

# Asbesti bitumikatteissa ja sen aiheuttamat riskit bitumikatteiden kierrätyksessä

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Ympäristötekniikka  
Ympäristönsuojelutekniikka  
Opinnäytetyö  
24.3.2016  
Pry Savioja

Tarpaper Recycling Finland Oy on kierrätysalan yritys, joka kerää bitumikatejätettä purkutyömailta ja bitumikatteiden valmistajilta, minkä jälkeen valmistaa siitä raaka-ainetta asfalttiteollisuudelle. Bitumikatteiden hyödyntämisessä on nähty ongelmana asbesti, jota käytettiin niiden yhtenä raaka-aineena menneinä vuosikymmeninä. Tiedot asbestin käytöstä ovat kuitenkin hajanaisia, minkä vuoksi on ollut tarvetta tarkemmille tiedoille siitä, kuinka yleisiä asbestipitoiset bitumikatteet ovat ja aiheuttavatko ne todellisuudessa ongelmia bitumikatteiden kierrätyksessä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli hankkia tietoa asbestin käytöstä bitumikatteissa Suomessa ja arvioida, onko Tarpaper Recycling Finland Oy:n laadunvalvonta riittävällä tasolla asbestin suhteen. Tietoa kerättiin kirjallisuudesta ja vanhoista selvityksistä sekä urakoitsijoiden, bitumikatetehtaiden ja alan vanhojen työntekijöiden haastatteluilla. Lisäksi kerättiin kirjallisuudesta ja elektronisista lähteistä tietoa asbestin ominaisuuksista ja siihen liittyvästä lainsäädännöstä.

Asbestin käyttö Suomessa valmistettujen bitumikatteiden sirotteena lopetettiin vuonna 1973–74 ja täyteaineena 1978. Lisäksi asbestia käytettiin bitumiemulsioissa ja -liimoissa 1950-luvulta vuoteen 1984. Asbestipitoisten tuotteiden tuotantomääristä ei löydetty tietoa, mutta niiden kerrottiin olleen pieniä 1970-luvulla. Asbestipitoisten bitumikattotuotteiden yleisyydestä nykyisissä purkukohteissa ei saatu tilastoitua tietoa. Asbestipitoisten tuotteiden määrän arvioitiin kuitenkin olevan nykyään purkukohteissa vähäinen, ja lisäksi lainsäädäntö ohjaa tiukasti asbestipitoisten tuotteiden purkua ja käsittelyä. Hankittuihin tietoihin ja olemassa oleviin selvityksiin perustuen nykyisiin kierrätystoiminnassa käytettäviin laadunvarmistuskäytäntöihin ei ehdotettu merkittäviä muutoksia.

Asiasanat: asbesti, bitumi, kattuhuopa, bitumikate, kierrätys, uusiokäyttö, asfaltti

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Environmental Technology

SAVIOJA, PYRY:

Risks caused by asbestos in recycling of bituminous roofing membranes

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering 64 pages, 3 pages of appendices

Spring 2016

ABSTRACT

---

Recycling bituminous roofing membranes is a process where roof tear-offs and manufacturer's waste are collected for reuse in asphalt pavement. It is known that asbestos was used as a proponent of bituminous roofing products decades ago, but information on how common it is in tear-offs today, and what the asbestos content of these products is, has been lacking.

The objective of this thesis was to gather information about the use of asbestos in bituminous roofing membranes in Finland, and to evaluate the risks asbestos causes on the operation of Tarpaper Recycling Finland Oy. Information was gathered from the literature and through the interviews of constructors, roofing membrane manufacturers and senior employees of the industry. Information about asbestos, the regulations and properties of the agent, were collected from literature and electronic sources.

Use of asbestos in Finnish bitumen roofing industry ended in 1973–74 as a surfacing material for membranes, and in 1978 as a filler in coating bitumen for membranes. In addition, asbestos was used in bitumen adhesives and emulsions from 1950s until 1984. The production volumes of these products were not available, but they were said to be low in 1970s. No documented information about the prevalence of asbestos-containing bitumen roofing products in the current demolition sites was available, but it was estimated to be low. Additionally, legislation concerning the demolition of asbestos-containing products is strict. No major changes were recommended for quality management in roofing membrane recycling based on the gathered information.

Key words: asbestos, bitumen, roofing membrane, recycling, material recovery, asphalt

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	ASBESTIN KÄYTTÖ JA OMINAISUUDET	2
2.1	Asbestin ominaisuudet	2
2.1.1	Serpentiiniasbesti eli krysotiili	4
2.1.2	Amfiboliasbestit	5
2.2	Asbestin tuotanto ja kulutus maailmassa	6
2.3	Asbestin tuotanto ja kulutus Suomessa	7
2.4	Asbestin käyttökohteet	9
3	ASBESTIN AIHEUTTAMAT TERVEYSHAITAT	11
3.1	Asbestipölyn ominaisuudet	11
3.2	Asbestoosi	11
3.3	Keuhkopussin hyvälaatuiset sairaudet	12
3.4	Keuhkosyöpä	13
3.5	Mesoteliooma	14
3.6	Muut sairaudet	14
3.7	Asbestialtistumisen arviointi ja työperäisen asbestisairauden toteaminen	15
3.8	Asbestisairauksien seuranta	18
3.9	Asbestisairauksien korvaaminen ammattitautina	18
4	ASBESTITYÖ	20
4.1	Työperäinen asbestialtistuminen	20
4.2	Lainsäädännön kehitys	21
4.3	Asbestityötä koskeva lainsäädäntö	22
4.4	Asbestikartoitus	24
4.5	Asbestijäte	25
4.6	Asbestinäytteenotto ja -analyysit	26
4.6.1	Ilman asbestipitoisuuden määrittäminen	26
4.6.2	Materiaalin asbestipitoisuuden määrittäminen	28
5	BITUMITUOTTEET JA NIIDEN SISÄLTÄMÄ ASBESTI	31
5.1	Tislattu ja puhallettu bitumi	31
5.2	Polymeerimodifioidut bitumit	32
5.3	Bitumikatteen	32
5.4	Bitumiemulsiot	34

5.5	Bitumiliuokset ja liuospohjaiset tuotteet	34
5.6	Bitumikattotuotteiden sisältämä asbesti	34
6	BITUMIKATTEEN KIERRÄTYS	38
6.1	Bitumikatteen kierrätyksen prosessi	39
6.1.1	Purkutyömaa	39
6.1.2	Kuormien vastaanotto	41
6.1.3	Jalostusprosessi ja välivarastointi	42
6.1.4	Tuote ja toimitus	42
7	ASBESTIN AIHEUTTAMAT RISKIT	44
7.1	Säädökset ja raja-arvot	44
7.2	Laadunvalvonnan nykytilanne	45
7.3	Asbestin tunnistaminen jätteen syntypaikalla	46
7.3.1	Rakennus- ja purku-urakoitsijat	47
7.3.2	Jätehuoltoyritykset	48
7.4	Asbestin esiintymisen todennäköisyys kierrätysmateriaalissa	48
7.5	Altistumisen suuruus	49
7.6	Asbestin potentiaalinen määrä BitumenMixissä	50
7.7	Riskin suuruuden arviointi	53
7.8	Toimenpide-ehdotukset	53
7.8.1	Säilytettävät toimenpiteet	53
7.8.2	Ehdotuksia uusiksi toimenpiteiksi	54
8	YHTEENVETO	55
	LÄHTEET	57
	LIITTEET	65

## 1 JOHDANTO

Vuoden 2016 alussa astui voimaan orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto, minkä vuoksi bitumikatejätteen loppusijoittaminen kaatopaikalle jouduttiin lopettamaan (VNa 331/2013, 28 §, 53 §). Lisäksi EU:n tasolla on asetettu tavoitteeksi, että vuoteen 2020 mennessä 70 % rakennusjätteestä hyödynnettäisiin muutoin kuin energiana tai polttoaineena (VNa 179/2012, 16 §). Nämä säädökset yhdessä luovat painetta rakennusjätteen kierrätyksen tehostamiselle ja avaavat uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Suomessa tähän kysyntään on vastannut Tarpaper Recycling Finland Oy (käytetään jatkossa lyhennettä TRF), joka aloitti toimintansa vuoden 2013 lopussa. Yritys kerää bitumikatejätettä bitumikatteen valmistajilta sekä rakennus- ja purku-urakoitsijoilta, ja valmistaa siitä rouhetta, jota voidaan käyttää asfaltin valmistuksessa neitseellistä bitumia korvaavana raaka-aineena.

On yleisesti tiedossa, että asbestia käytettiin raaka-aineena suomalaisessa bitumikateteollisuudessa menneinä vuosikymmeninä. Tämän työn tarkoituksena on kerätä aihealueesta historiatietoa ja arvioida, aiheuttaako asbesti riskejä TRF:n toiminnassa.

Opinnäytetyössä esitellään asbestin yleisiä ominaisuuksia, käyttökohteita, sen aiheuttamia sairauksia ja aiheeseen liittyvää lainsäädäntöä. Lisäksi kirjallisuudesta ja asiantuntijoiden haastatteluiden avulla etsitään tietoa asbestin käytöstä bitumikattotuotteissa. Nykyisen lainsäädännön mukaan purrettavien rakenteiden asbestipitoisuus tulee aina selvittää ennen purkutöiden aloittamista, eli teoriassa asbestijätteen päätyminen TRF:lle ei pitäisi olla mahdollista. Opinnäytetyössä kuitenkin haastatellaan TRF:n asiakaina olevia purku- ja kattourakoitsijoita sekä jätehuoltoyrityksiä tietojen saamiseksi siitä, kuinka säädöksiä on käytännössä sovellettu.

Haastattelujen sekä kirjallisuudesta saadun tiedon perusteella pyritään muodostamaan käsitys siitä, voidaanko asbestia pitää merkittävänä vaaratekijänä TRF:n toiminnassa ja riittävätkö nykyiset käytännöt riskien hallitsemiseksi. Työn lopussa esitetään toimenpide-ehdotukset laadunvarmistuksen tehostamiseksi.

## 2 ASBESTIN KÄYTTÖ JA OMINAISUUDET

Asbesti on yleisnimitys luonnossa esiintyville magnesium- ja magnesium-rautapitoisille kuitumaisille silikaattimineraaleille (Nikkarinen, Aatos & Teräsvoori 2001, 8). Asbestia on käytetty hyvien ominaisuuksiensa vuoksi laajasti rakennusteollisuudessa 1900-luvulla kulutushuipun ollessa länsimaissa 1970-luvulla (Riala, Pirhonen & Heikkilä 1993, 7). Suomessa asbestin käyttöä alettiin rajoittamaan 1970-luvulla, kun sen terveydelle haitalliset vaikutukset tulivat yleiseen tietoon (Vikström 1993, 12–13). Lopulta asbestipitoisten tuotteiden valmistus ja maahantuonti kiellettiin Suomessa 1.1.1993 ja myyminen sekä käyttöönotto 1.1.1994 (VNp 852/1992, 3 §).

### 2.1 Asbestin ominaisuudet

Asbesti on kaupallinen nimitys joukolle luonnossa esiintyviä silikaattimineraaleja, joihin kuuluvat

- krysotiili,  $[\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]_n$
- krokidoliitti,  $[\text{NaFe}^{2+}_3\text{Fe}^{3+}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]_n$
- amosiitti,  $[(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]_n$
- antofylliitti,  $[(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]_n$
- tremoliitti,  $[\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]_n$
- aktinoliitti,  $[\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]_n$  (International Agency for Research on Cancer 2012, 220).

Lainsäädännössä myös asbestin kaltainen mineraali erioniitti luokitellaan asbestiksi (VNa 798/2015, 2 §).

Yhteistä näille mineraaleille on kuitumaisen rakenteensa lisäksi mm. joustavuus ja kemiallinen kestävyys. Asbestilaatuja on kuusi ja ne voidaan mineralogisesti jakaa kahteen eri ryhmään: serpentiineihin ja amfiboleihin. Eniten käytetty asbesti, krysotiili, kuuluu serpentiineihin, kun taas muut viisi asbestilaatua eli krokidoliitti, amosiitti, antofylliitti, tremoliitti ja aktinoliitti, kuuluvat amfiboleihin. Kaikki kuitumaiset mineraalit eivät kuitenkaan ole asbesteja, vaan nimityksellä viitataan tähän tiettyyn kuitumaisten

mineraalien joukkoon. Asbesteille tyypillisiä ovat verrattain ohuet (halkaisija yleensä  $< 1 \mu\text{m}$ ), mutta pitkät (5-10  $\mu\text{m}$ ) kuidut. (Institute of Medicine 2006, 51.)

Asbestilla on monia haluttuja ominaisuuksia (taulukko 1), joiden vuoksi sitä on käytetty laaja-alaisesti eri tarkoituksissa. Asbestin hyviä ominaisuuksia ovat mm.:

- kemikaalien, etenkin happojen ja emästen kestävyys
- palamattomuus
- bakteerien kestävyys
- lämmöneristävyys
- sähköneristävyys
- mekaaninen lujuus
- joustavuus
- korkea pituus/halkaisija suhde
- kitkan ja kulumisen kestävyys
- suodatuskyky
- kosteudeneristävyys
- akustiikkaa parantavat ominaisuudet (Riala ym. 1993, 7).

TAULUKKO 1. Asbestien ominaisuuksia (Vikström 1993, 9–11)

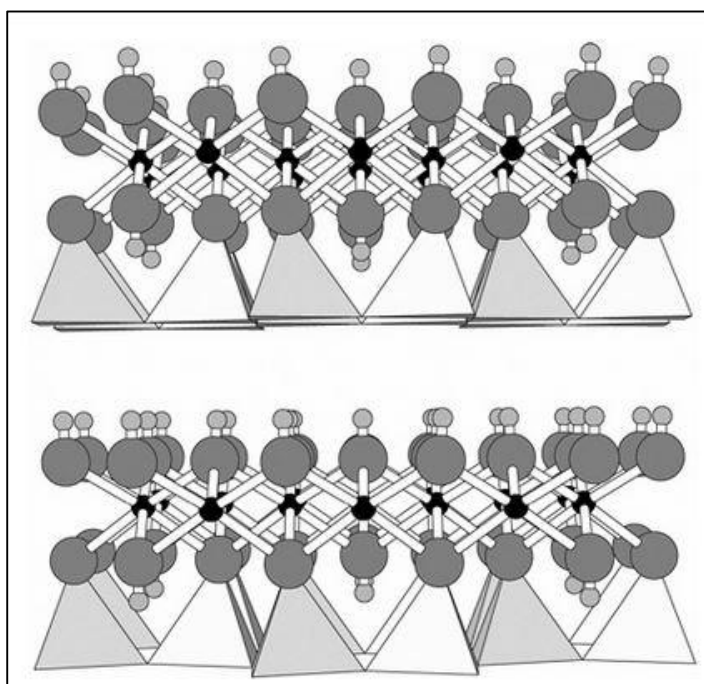
	Krysotiili	Krokidoliitti	Amosiitti	Antofylliitti
Väri	vihreänharmaa / valkoinen	sininen	harmaankeltainen / ruskea	keltainen, ruskea tai harmaa
Joustavuus	erittäin hyvä / hyvä	hyvä	heikko	heikko
Ominaispaino, $\text{kg/m}^3$	3700	3200	2900	2900
Vetolujuus, $\text{MN/m}^2$	3100	3500	2500	2400
Sulamislämpötila, $^{\circ}\text{C}$	2770	2180	2550	2675
Kuiturakenteen hajomislämpötila, $^{\circ}\text{C}$	800	900	600-900	950



### 2.1.1 Serpentiiniasbesti eli krysotiili

Krysotiili eli niin sanottu valkoinen asbesti on ylivoimaisesti eniten käytetty asbestilaatu maailmassa, sillä arviolta 90 % maailmassa käytetystä asbestista on krysotiilia (Frank & Joshi 2014, 257–262). Krysotiili kuuluu serpentiineihin, jotka kuuluvat silikaatteihin. Ne koostuvat tetraedrin muodossa olevista  $\text{SiO}_4^{4-}$  -ioneista (piiatomi keskellä ja happiatomit tetraedrin kärjissä), jotka muodostavat levymäisen rakenteen. Siihen liittyy toinen levymäinen rakenne, jonka muodostavat polymerisoituneet  $\text{Mg}(\text{OH})_6^{6-}$  -ionit (oktaedrin muodossa). Krysotiilia esiintyy myös muodoissa, joissa pii on korvautunut alumiinilla tai magnesium on korvautunut raudalla tai alumiinilla. (Institute of Medicine 2006, 52–54.)

Kuviossa 1 nähdään, kuinka yleisimmässä serpentiinissä, lizardiitissa, silikaattitetraedrit (harmaat ja valkoiset kolmiot) ovat sitoutuneena magnesiumioktaedreihin (tikut ja pallot). Kuvassa 1 nähdään hyvin krysotiilin kuitumainen rakenne.



KUVIO 1. Lizardiitin rakenne (Institute of Medicine 2006, 53)

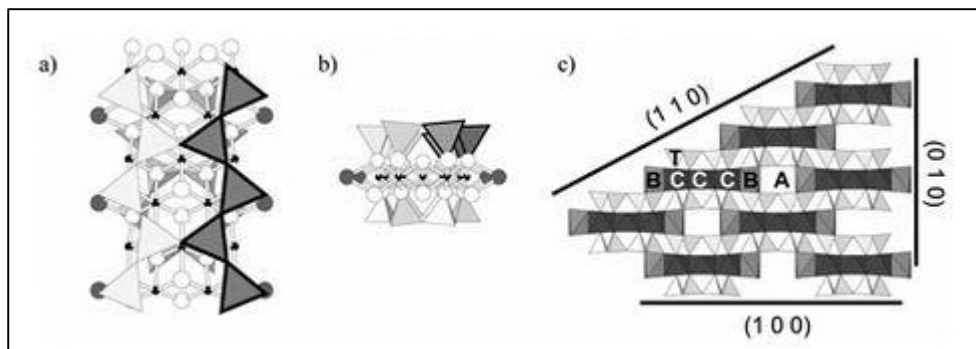


KUVA 1. Krysotiili (Zimbres 2006)

### 2.1.2 Amfiboliasbestit

Amfibolit ovat yleisiä silikaattimineraaleja, joista vain pieni osa esiintyy asbestimuodossa. Asbesteiksi luokiteltuja amfioleja ovat krokidoliitti, amosiitti, antofylliitti, tremoliitti ja aktinoliitti.

Amfibolimineraalit muodostuvat silikaattitetraedrien muodostamista ketjuista ja oktaedrimuodossa olevista metalli-ioneista kuvion 2 tapaan. Kuvion 2 c-osassa nähdään, miten rakenneosat liittyvät toisiinsa: T:llä merkityt kohdat vastaavat b-osassa harmaina kolmioina kuvattuja silikaattitetraedreja ja B:llä merkityt kohdat b-osassa harmaina palloina kuvattuja atomeja molekyylin päissä. Kuvassa 2 on erästä amfibolia, krokidoliittia. (Institute of Medicine 2006, 55.)



KU-

VIO 2. Amfibolin rakenne (Institute of Medicine 2006, 55)

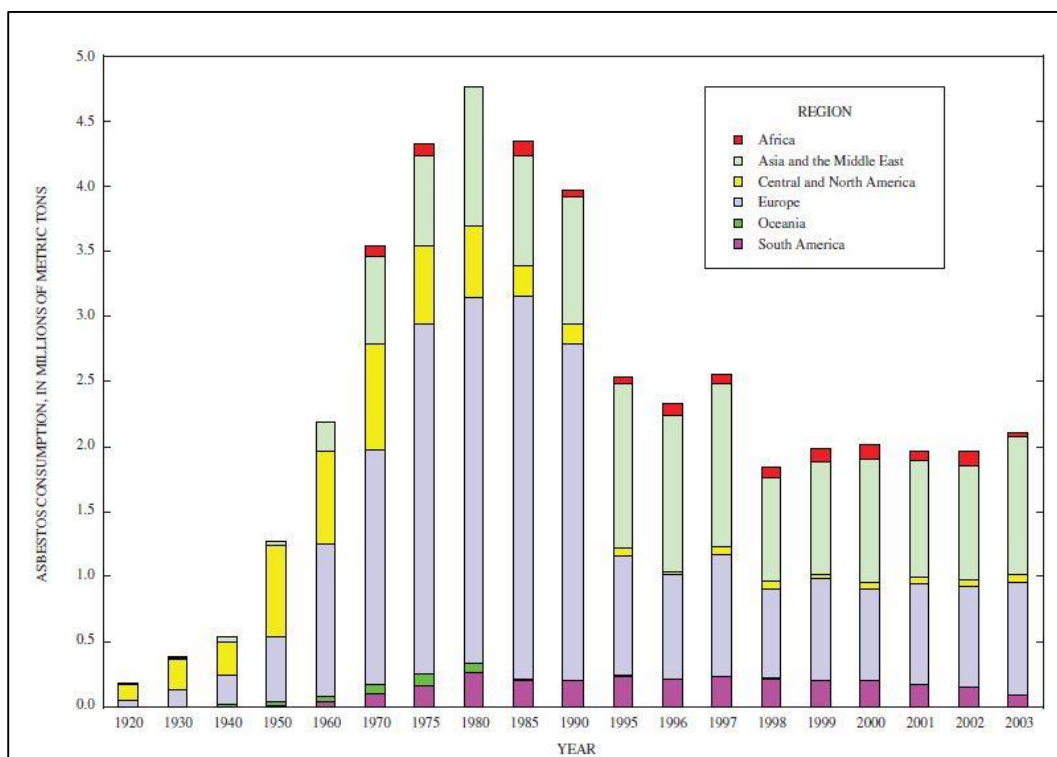


KUVA 2. Krokidoliitti eli sininen asbesti (Lavinsky 2010)

## 2.2 Asbestin tuotanto ja kulutus maailmassa

Maailmanlaajuisesti asbestin kulutus kasvoi 1920-luvulta lähtien saavuttaen huippunsa, lähes 5 miljoonaa tonnia vuodessa, 1970- ja 1980-luvun taitteessa. Tämän jälkeen trendi on kuitenkin ollut laskeva ja 2000-luvulle tultaessa globaali kulutus oli noin 2 miljoonaa tonnia vuosittain, jona se on pysynyt näihin päiviin asti. Asbestin globaali kulutus ajalla 1920–2003 esitetään kuviossa 3. (Virta 2006, 24.)

Vaikka asbestin aiheuttamat terveyshaitat ovat yleisessä tiedossa ja vuonna 2014 sen käyttö oli kiellettyä tai rajoitettua yli 50 maassa, tuotetaan sitä yhä noin 2 miljoonaa tonnia vuosittain (The Mesothelioma Center 2015a). Suurimpia asbestin tuottajia olivat vuonna 2012 Kiina, Brasilia, Venäjä, Intia ja Kazakstan. Samat maat Kazakstania lukuun ottamatta luokeutuivat myös asbestin suurkuluttajiin. Lisäksi suuria asbestin kuluttajia olivat Indonesia ja Uzbekistan. (Virta 2013, 8.6–8.7.)



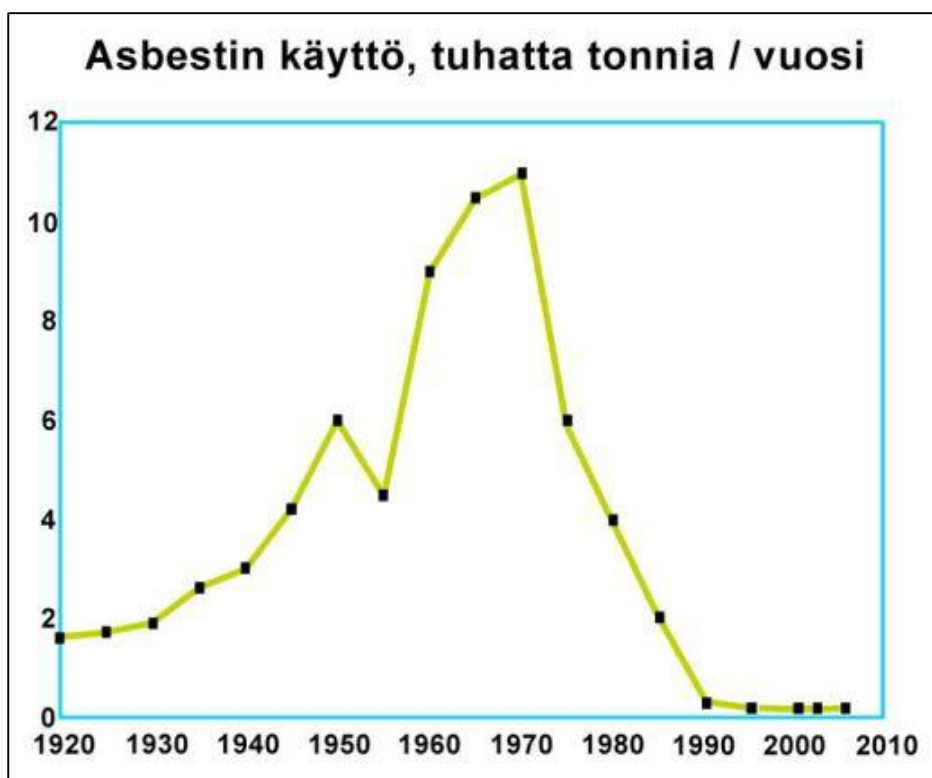
KUVIO 3. Asbestin globaali kulutus 1920–2003 (Virta 2006, 24)

### 2.3 Asbestin tuotanto ja kulutus Suomessa

Asbestia käytettiin Suomessa yhteensä 300 000 tonnia aikavälillä 1905–1988, josta 175 000 t oli krysotiilia, 120 000 t antofylliittiä sekä yhteensä 5 000 t krokidoliittia ja amosiittia. Suurimmillaan asbestin kulutus oli vuonna 1970, noin 12 000 tonnia. (Asbestikomitean mietintö 1989: 66, 14.) Antofylliittiasbestia on louhittu Suomessa kahdessa eri kaivoksessa: Paakkilassa ja Maljasalmella. Tuusniemen Paakkilan kaivoksessa oli toimintaa vuosina 1907–1975. Teollisessa mittakaavassa Paakkilan asbestia hyödynnettiin 1918–1975 yhteensä 350 000 tonnia, josta 120 000 tonnia käytettiin Suomessa. Outokummun Maljasalmessa sijaitsevassa kaivoksessa tuotettiin asbestia vuosina 1943–1953 yhteensä noin 61 000 tonnia. (Nikkarinen ym. 2001, 8.)

Suomeen on tuotu asbestia mm. Kanadasta, Neuvostoliitosta, Etelä-Afrikasta ja Zimbabwesta. Krysotiilin tuonti Suomeen oli 1960-luvulla 5000–7000 t/v ja korkeimmillaan vuonna 1975 jopa 10 000 t. Krokidoliittia tuotiin Suomeen 1960- ja 1970-luvuilla noin 300 t/v. Asbestin ja asbestituotteiden tuonti lähti jyrkkään laskuun 1980-luvulla. Asbestin käyttömääriä Suomessa havainnollistetaan kuviossa 4. (Asbestikomitean mietintö 1989: 66, 12.)

Suomessa valmistettiin myös asbestituotteita vuosina 1928–1988. Valmistettuja tuotteita olivat mm. asbestisementtiset rakennuslevyt ja viemäri- sekä vesijohtoputket, asbestipahvi, tiivisteet ja eristysmassat. (Asbestikomitean mietintö 1989: 66, 13.)



KUVIO 4. Asbestin käyttö Suomessa (Oksa, Korhonen & Koistinen 2013, 9)

## 2.4 Asbestin käyttökohteet

Luvussa 2.1 esitettyjen asbestin hyvien ominaisuuksien ja halvan hintansa takia sitä on käytetty paljon etenkin rakennusmateriaaleissa. Krysotiilia on käytetty suuria määriä asbestisementtiteollisuudessa, kitkaelementeissä, tiivisteissä, asbestikankaissa, asbestipaperituotteissa sekä lujitusaineena mm. lattiapäällystemateriaaleissa ja kattotuotteissa. Krokidoliittia eli sinistä asbestia on käytetty Suomessa ruiskutettuna eristeenä ja haponkesto-vaativissa kohteissa. Asbestiruiskutukset kiellettiin vuonna 1976. Amosiittia eli ruskeaa asbestia on käytetty tyypillisesti putkieristeissä sekä lämpökattiloiden ja lämminvesivaraajien eristeissä. Suomessa tuotettua antofylliittiasbestia on käytetty lujitusaineena emäksen- ja haponkestävyyttä vaativissa tuotteissa, mm. asbestipahveissa sekä sementti- ja eristemassoissa. Tremoliittia ja aktinoliittia taas ei ole käytetty kaupallisissa tarkoituksissa, mutta niitä on voinut esiintyä epäpuhtauksina muissa asbesteissa ja mineraaleissa. (Vikström 1993, 9–11.)

Asbestin useista käyttökohteista johtuen lähes jokaisessa Suomessa ajankaksolla 1920–1990 rakennetussa kerrostalossa on asbestia. Tämän vuoksi piilossa olevaan asbestiin liittyviä purkutöitä tullaan tekemään ainakin vuoteen 2030 asti. (Vikström 1993, 23.) Taulukossa 2 on listattuna asbestipitoisia rakennustarvikkeita.

TAULUKKO 2. Asbestipitoisia rakennusmateriaaleja ja niiden käyttökoh-  
teita (Rakennustieto 2014a)

Asbestipitoinen materiaali	Materiaalin käyttökohteita
Ruiskutusmassat	Palonsuojaus, lämmön- ja ääneneristys, akustiset eristyk- set, halkeilevien kattojen korjaus
Putki-, varaaja- ja kattilaeristeet	
Kuitusementtituotteet	Vesikatteet, tuulensuojalevyt, äänenvaimennuslevyt, sisäti- lojen verhoukset, julkisivulevyt, vesi- ja viemäriputket, lämpö- ja ilmanvaihtokanavat, kukkaruukut, parvekelaati- kot, ikkunapenkit
Palonsuoja- ja akustiikkalevyt sekä niiden kiinnitykseen käytetyt liimat	
Rakennuspahvit, -huovat ja -kartongit	Palonsuojaus, lämpö- ja paloeristeet, sähköpattereiden taustat, sähkökeskukset, mittarikaapit
Langat, punokset, nauhat ja kankaat	Putkieristeiden tiivistys, laippatiivisteet, kattilaluukut, ovien tiivisteet, iv-kanavien laippaliitosten ja työntölista- saumausten tiivisteet, sähköjohtojen eristeet, putkien ja laitteiden suojaus, villaeristeiden päällystys
Vinyylilaatoitukset	Lattiapinnat
PVC- joustovinyylimatot	
Muovi-, linoleumi- ja kumimatot	Maapohjien, perusmuurien, kellareiden, kylpyhuoneiden, terassien tai kattorakenteiden kosteudeneristeet
Magnesiummassalattiat	
PVC-muovilaattalattiat	
Lattialistoitukset	
PVC- muovitapetit	
Laastit	Keraamisten laatoituksien ja akustiikkalevyjen kiinnitys- ja saumaus, sisätilojen muuraus ja rappaus, tulenkestävät laastit
Seinä- ja lattiatasoitteet	
Maalit ja pinnoitteet	Betoni-, kevytbetoni-, rappaus- ja asbestisementtijulkisivu- jen maalit, epoksipikimaalit
Bitumiliimat, -emulsiot, -liuokset, -maalit ja -kitit	Bitumikattolaattojen, vinyylilaattojen, muovimattojen ja parkettien liimaus, vedeneristys, höyrysulut, bitumikermi, katonhoito, putkien läpivientitiivistykset, kolojen paikkaus, kittaus
Bitumikatteet ja -matot	
Tiivistyskitit ja -massat sekä tiivistys- ja sau- mausaineet	Elementtitalojen ulkoseinät, ikkunat ja pellitykset, lämpöla- sielelementit
Kumikatteet	Maapohjien, perusmuurien, terassien ja kylpyhuoneiden kosteudeneristys, loivat katot
Bitumiasbestipinnoitetut teräslevyt	Katteet, julkisivuverhous
Palo-ovet	
Paikallavalettu betoni	Palopermannot

### 3 ASBESTIN AIHEUTTAMAT TERVEYSHAITAT

#### 3.1 Asbestipölyn ominaisuudet

Asbesti ei ole haitallista, mikäli se on sitoutuneena rakenteisiin, mutta ongelmia aiheuttaa asbestia ja asbestipitoisia materiaaleja työstettäessä vapautuva hienojakoinen asbestipöly. Pöly sisältää neulamaisia ja kuitumaisia hiukkasia, joiden halkaisija vaihtelee välillä 0,03-3,0 µm ja pituus välillä 5,0–250 µm. Vaarallisimpina pidetään pituudeltaan 5-10 µm ja halkaisijaltaan 0,3-1,0 µm olevia kuituja, sillä hengitettäessä ne ohittavat nenän ja kurkunpään, minkä jälkeen osa niistä kulkeutuu keuhkorakkuloihin saakka aiheuttaen mm. sidekudoksen kasvua. Osa kuiduista ei pääse rakkuloihin asti, vaan sitoutuu keuhkoputkien seinämien limaan ja siirtyy keuhkoputkiston värekarvojen nostamina nielun kautta vatsaan ja pois kehosta. Nämmäkin kuidut voivat kuitenkin aiheuttaa ärsytystä ruuansulatuselimistössä. (Vikström 1993, 13–14.)

Asbestipölyn siivoamiseen tuo ongelmia pölyn hidas laskeutumisnopeus; tyypillisen halkaisijaltaan 0,5 µm olevan kuidun laskeutumisnopeus seisahduneessa huoneilmassa on 0,4 m/h. Tämä tarkoittaa, että mikäli huoneessa on asbestipölyä, on osa sitä alati ilmassa ilman liikkeen vuoksi, jos huone on käytössä. (Vikström 1993, 13.)

Asbestipölyn aiheuttamia sairauksia ovat fibrotisoivat eli sidekudoslisää aiheuttavat sairaudet: asbestoosi, pleuraplakit, viskeraalipleuran diffuusi fibroosi, eksudatiivinen asbestipleuritti ja pyöröatelekteasi. Näiden lisäksi asbesti on ihmiselle syöpää aiheuttava aine. (Koskinen, Karjalainen, Oksa & Nordman 2006, 21–28.)

#### 3.2 Asbestoosi

Asbestoosi johtuu asbestihiukkasista, jotka kulkeutuvat hengitettäessä keuhkorakkuloihin, joissa ne jäävät kudokseen aiheuttaen sidekudoksen kasvua eli arpeutumista (Ekman 1988, 11). Asbestoosi vaatii kehittyäk-



seen useiden vuosien tai vuosikymmenten altistumisen, ja se ilmenee tyypillisesti 20–40 vuotta altistumisen jälkeen (Oksa ym. 2013, 13). Merkittävänä altistumisena asbestoosin kannalta on pidetty 20–25 kuituvuotta (kuituvuosi = altistumisen kesto vuosina x hengitysilman asbestipitoisuus, kuitua/cm<sup>3</sup>). (Koskinen ym. 2006, 21.)

Asbestoosin tyypillisiä oireita ovat yskä ja räsitushengenahdistus, jotka johtuvat keuhkokudoksen korvautumisesta sidekudoksella (fibroosi). Asbestoosi voi kuitenkin olla myös oireeton, ja ennuste taudin osalta on yksilöllinen. Sidekudoslisä on pysyvää, joten taudista parantuminen on mahdollonta. Pitkälle edennyt asbestoosi voidaan havaita keuhkoröntgenkuvasta, mutta tarkemmin diagnoosi voidaan tehdä ohutleikekerroskuvauksen (HRCT) perusteella. (Hengitysliitto 2015a.) Vuosina 2009–2013 ammattitautena diagnosoitiin Suomessa muutamia kymmeniä asbestooseja vuosittain (Oksa, Palo, Saalo, Aalto-Korte, Pesonen, Mäkinen & Tuomi-vaara 2015, 26).

### 3.3 Keuhkopussin hyvälaatuiset sairaudet

Osa keuhkoihin jääneistä asbestihiukkasista kulkeutuu keuhkojen pintakerrokseen ja aiheuttaa ongelmia keuhkopussissa (Ekman 1988, 12).

*Pleuraplakit* ovat keuhkopussin ulommassa lehdessä sijaitsevia, koholla olevia hyaliinimuodostumia, jotka kalkkeutuvat vähitellen. Ne ovat erittäin yleisiä asbestille altistuneilla ja useimmiten oireettomia, mutta laajalle levinneinä voivat aiheuttaa keuhkojen toiminnan restriktiivisen aleneman. Jo vähäinen altistumien asbestille voi aiheuttaa pleuraplakkeja. Suomalaisessa 1990–1992 tehdyssä asbestisairauksien seulontatutkimuksessa peräti 39 prosentilla 17 000 tutkitusta rakennustyöntekijästä oli pleuraplakkeja. (Koskinen ym. 2006, 25.) Pleuraplakit ilmenevät yleensä noin 20 vuotta altistumisen jälkeen (Työterveyslaitos 2015a).

*Viskeraalipleuran diffuusi fibroosi* ilmenee molemmin- tai toispuolisena keuhkopussin sisimmän lehden paksuuntumisena ja on yleensä oireeton.

Se saattaa kuitenkin laajalle levinneenä aiheuttaa ahtauden tunnetta rinnassa ja keuhkojen toiminnan restriktiivisen aleneman. Taudin vaatimaa asbestialtistumismäärää ei tarkasti tunneta. (Koskinen ym. 2006, 25.)

*Eksudatiivista keuhkopussintulehdusta eli pleuriittia* pidetään varhaisimpana asbestialtistuksen aiheuttamana sairautena, sillä se voi ilmetä jo 10 ensimmäisen altistumisvuoden aikana. Pleuriitti on yleisempää vahvasti altistuneilla kuin lievästi asbestille altistuneilla ja se on usein täysin oireeton. Tauti paranee itsestään, mutta tulehdus saattaa uusiutua. Viskeraalipleuran diffuusi fibroosi ilmenee usein pleuriitin jälkitilana. (Koskinen ym. 2006, 25–26.)

*Pyöröateleaktaasi eli pseudotuumori* on harvinaisempi asbestin aiheuttama keuhkosairaus, joka yleensä ilmenee yhdessä keuhkopussin paksunemisen kanssa. Pyöröateleaktaasissa keuhkopussi arpeutuu ja laskostuu niin, että sitä voidaan erehtyä luulemaan syöpäkasvaimeksi. (The Mesothelioma Center 2015b.) Pyöröateleaktaasi ei yleensä aiheuta oireita (Työterveyslaitos 2015a). Vuosina 2009–2013 Suomessa diagnosoitiin ammattitautteina keuhkopussin kiinnikkeitä ja paksuuntumia noin 400–500 vuosittain (Oksa ym. 2015, 26).

### 3.4 Keuhkosityöpä

Kaikki asbestikuidut lisäävät keuhkosityövän riskiä, mutta pahimpana pidetään kroidoliittia ja lievimpänä krysotiilia. Keuhkosityövän riski on lineaarisessa suhteessa asbestialtistumisen voimakkuuteen. 25 kuituvuoden katsotaan aiheuttavan riskin kaksinkertaistumisen suhteessa altistumattomiin. (Työterveyslaitos 2013b, 37.)

Tupakointi yhdessä asbestialtistumisen kanssa kasvattaa keuhkosityövän riskiä huomattavasti. Tupakoivien asbestityöntekijöiden riski saada syöpä onkin jopa 50-kertainen altistumattomaan verrattuna. Keuhkosityöpä havaitaan tyypillisesti yli 20 vuotta altistumisen jälkeen. (Koskinen ym. 2006, 27–28.) Kaikista Suomen keuhkosityöpätapauksista noin 5 % johtuu asbestista (Työterveyslaitos 2015b). Vuosina 2009–2013 asbestin aiheuttamia

hengityselinten syöpiä todettiin Suomessa ammattitautina noin 30–50 vuosittain (Oksa ym. 2015, 26).

### 3.5 Mesoteliooma

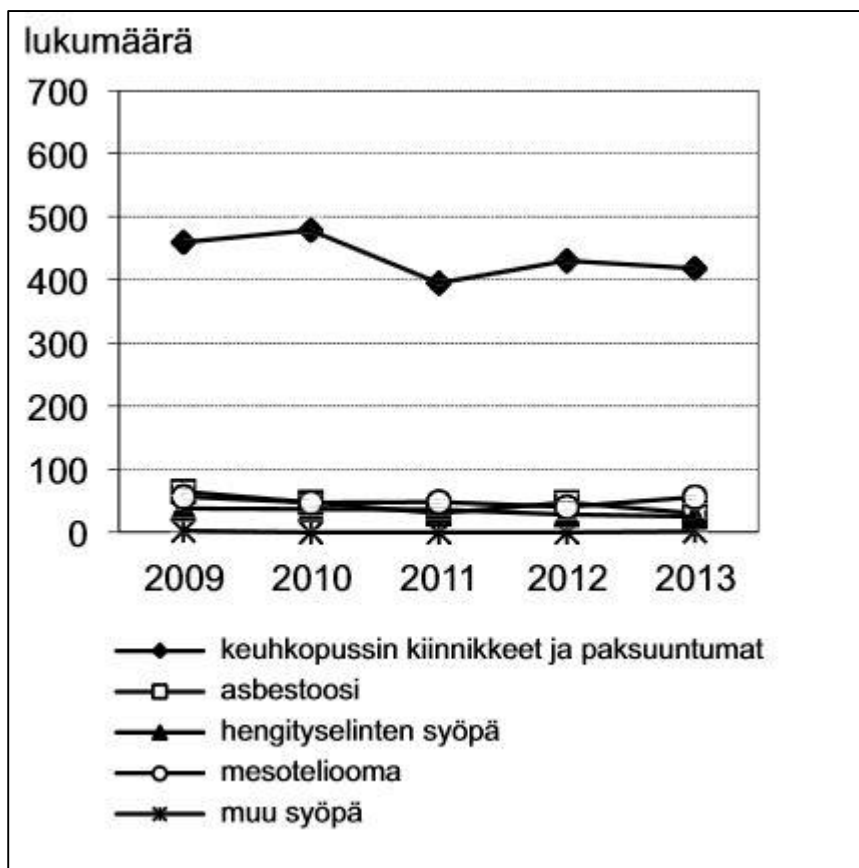
Mesotelioomaa eli pahanlaatuista keuhkopussin tai vatsakalvon syöpää pidetään selkeimpänä asbestin aiheuttamana sairautena, sillä 80 % mesotelioomatapauksista johtuu asbestialtistumisesta, joka on erioniittialtistumisen ohella ainoa tunnettu syy taudin puhkeamiseen. Kaikki asbestilaadut ja erioniitti lisäävät mesoteliooman riskiä. Niin kuin keuhkosyövänkin suhteen, myös mesoteliooman tapauksessa krokidoliitti on pahin ja krysotiili lievin riskitekijä. Mesoteliooman itämisaika on 30–50 vuotta ja jo maltillinen, ainoastaan muutamia viikkoja kestävä altistuminen voi riittää sairastumiseen. (Koskinen ym. 2006, 28.)

Suurin osa mesotelioomista on keuhkopussissa tai vatsakalvossa, mutta mesoteliooma voi kehittyä myös sydänpussiin (Työterveyslaitos 2015b). Vuosina 2009–2013 mesoteliomia todettiin Suomessa ammattitautina noin 30–50 vuosittain (Oksa ym. 2015, 26).

### 3.6 Muut sairaudet

Asbestipölyhiukkasten on vakuuttavasti osoitettu aiheuttavan keuhkosyövän ja mesoteliooman lisäksi myös kurkunpään syöpää ja munasarjasyöpää. Näiden lisäksi on rajallista näyttöä asbestialtistumisen suhteesta paksusuolen, nielun ja mahalaukun syöpään. (Työterveyslaitos 2013b, 39.)

*Retroperitoneaalinen fibroosi* on erittäin harvinainen sairaus, jonka riskiä mahdollisesti asbesti lisää (Koskinen 2006, 26). Sairaudessa vatsa-aortan ympärille kehittyy sidekudosta, joka voi johtaa munuaisesta lähtevän virtsajohtimen tukkeutumiseen (Uibu 2002). Kuviossa 5 nähdään Suomessa todettujen asbestisairauksien määriä vuositason 2009–2013.



KUVIO 5. Asbestisairaudet diagnoosin mukaan Suomessa (Oksa ym. 2015, 26)

### 3.7 Asbestialtistumisen arviointi ja työperäisen asbestisairauden toteaminen

Työntekijän asbestialtistumista arvioidaan kuituvuosina, jotka lasketaan kaavalla:

Altistumistaso (kuitua/cm<sup>3</sup>) \* altistusaika (v) = kuituvuodet (kv).

Altistumistasoja erilaisissa töissä on selvitetty työhygieenisten mittausten avulla pääosin 1970- ja 1980-luvuilla. Tulokset esitetään yksikössä kuituja/cm<sup>3</sup>, jolla tarkoitetaan työntekijän hengitysvyöhykkeen ilman keskimääräistä kuitupitoisuutta. Esimerkkejä tuloksista on taulukossa 3. Altis-

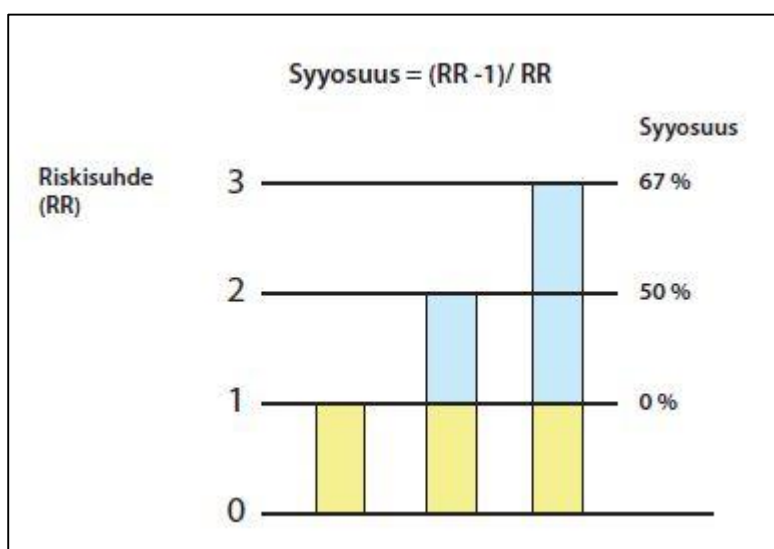
tusaikaa arvioidaan kartoittamalla työntekijän työhistoriaa kyselylomakkeen tai haastattelujen avulla. Näin pyritään saamaan käsitys työntekijän kaikista altistavista töistä ja niiden kestoista. Kun erilaisten asbestille altistavien töiden kestot on saatu laskettua vuosina ja nämä kerrotaan altistumistasoilla kyseisissä tehtävissä, saadaan arvio työntekijän kokonaisaltistumismäärästä työuransa aikana kuituvuosina. (Työterveyslaitos 2015f.)

TAULUKKO 3. Ohjeellisia altistumistasoja eri töissä (Työterveyslaitos 2013b)

	Altistumistaso/työvuosi, kuitua/cm <sup>3</sup>
Asbestiruiskutus < 1977	100
Asbestieristeiden purku < 1987	25
Telakkatyöt 1978–1988	3
Ajoneuvojen jarru- ja kytkinhuoltotyöt < 1988	0,2
Asbestisementin valmistus 1971–	2
Asbestipahvin valmistus < 1989	10
Bitumituotteiden ja maalin valmistus < 1989	1
Poraus ja lastaus asbestikaivoksessa < 1976	55

Vähäisenä altistumisena pidetään alle 10 kuituvuotta. Näin pieni altistuminen riittää pleuraplakkeihin tai mesotelioomaan, muttei todennäköisesti asbestoosiin. 10–25 kuituvuotta pidetään kohtalaisena altistumisena ja silloin sairastuminen asbestoosiin on mahdollista. Yli 25 kuituvuotta riittää mihin tahansa asbestisairauteen ja kasvattaa keuhkosityövän riskin yli kaksinkertaiseksi. Työterveyslaitoksen mukaan voimakkaaseen altistumiseen viittaa myös se, että potilaan keuhkokudoksessa on 2-3 miljoonaa > 1 µm kuitua grammassa kuivaa keuhkoa. (Työterveyslaitos 2015f, 13.) Altistumista voidaan arvioida myös keuhkojen huuhtelunesteen päälystyneiden asbestikuitujen pitoisuuden (AB/ml) perusteella, joita syntyy kun elimistö päälystää kuituja proteiinilla tehdäkseen ne vaarattomiksi. Yli 1 AB/ml viittaa työperäiseen altistumiseen. (Työterveyslaitos 2013b, 42.)

Lain mukaan ammattitaudin toteaminen edellyttää, että työ on pääasiallinen syy taudin puhkeamiseen. Esimerkiksi syöpien tapauksessa tämä tarkoittaa, että työperäisen asbestialtistumisen syyosuus taudin puhkeamiseen tulee olla yli 50 %. Tietoa altistumisen yhteydestä syöpään saadaan epidemiologisista tutkimuksista, joissa verrataan altistuneiden ryhmää altistumattomiin ja lasketaan riskisuhde (RR). Riskisuhteen ollessa 1,0 tarkoittaa se, ettei altistumisella ole vaikutusta sairastuvuuteen; 2,0 taas tarkoittaa, että altistuminen kasvattaa riskin kaksinkertaiseksi, eli tällöin altistumisen syyosuus sairastumisessa on 50 %. Riskisuhteen ja syyosuuden välistä laskennallista yhteyttä havainnollistetaan kuviossa 6. (Työterveyslaitos 2013b, 12–13.)



KUVIO 6. Laskennallinen yhteys riskisuhteen ja syyosuuden välillä (Työterveyslaitos 2013b, 12)

Keuhkosyövän tapauksessa on havaittu, että 25 kuituvuoden altistuminen kaksinkertaistaa riskin, joten sitä pidetään ammattitautidiagnoosin rajana. Vakiintuneen käytännön mukaan keuhkosyöpä todetaan ammattitaudiksi myös, jos potilaalla on ennestään asbestoosi. Mesoteliooma todetaan am-

mattitaudiksi, mikäli työhistorian perusteella potilas on altistunut edes vähän asbestille. Tämä johtuu siitä, että asbestialtistumisen lisäksi juuri muita syitä tautiin ei tiedetä. Sekä työperäisen mesoteliooman, että keuhkosyövän kriteerinä on myös, että asbestialtistumisen alkamisen ja sairastumisen välissä on kulunut aikaa vähintään 10 vuotta. (Työterveyslaitos 2013b, 22.)

### 3.8 Asbestisairauksien seuranta

Asbestille altistuneita työntekijöitä, joilla ei ole asbestisairautta, seurataan työterveyshuollossa määräaikaistarkastuksin 3 vuoden välein. Kun henkilö siirtyy pois työelämästä, seuranta siirtyy terveyskeskukseen tai omalle lääkärille ja sitä jatketaan, kunnes on kulunut 30 vuotta altistumisen loppumisesta. Sairastuneita henkilöitä seurataan 3 vuoden välein työlääketieteen tai keuhkosairauksien poliklinikoilla, kunnes on kulunut 30 vuotta altistumisen loppumisesta ja seuranta voidaan siirtää avoterveydenhuoltoon. Kuitenkaan plakkipotilaita, joiden altistuminen on vähäistä (< 10 kv) ja joilla ei ole vaaraa sairastua muihin asbestisairauksiin, ei tarvitse lääketieteellisin perustein seurata. Asbestipurkutyöntekijöitä seurataan myös määräaikaistarkastuksin. (Koskinen ym. 2006, 32–34.)

### 3.9 Asbestisairauksien korvaaminen ammattitautina

Kun lääkäri epäilee asbestisairauden olevan työstä johtuva, hän tekee E-lääkärinlausunnon siihen vakuutusyhtiöön, jossa potilaan viimeinen asbestialtistaminen työ on ollut vakuutettuna. Lisäksi vakuutusyhtiöön lähetetään selvitys potilaan työhistoriasta ja asbestialtistumisesta. Näiden tietojen perusteella vakuutusyhtiö tekee ammattitautipäätöksen. Perustellusta ammattitautiepäilystä aiheutuneet tutkimuskulut korvataan, vaikka ammattitautia ei todettaisikaan. (Hengitysliitto 2015b.)

Mikäli sairaus todetaan ammattitaudiksi, maksetaan korvauksia sen ilmenemispäivästä lähtien. Ilmenemispäiväksi katsotaan se päivä, jolloin tehtiin ensimmäiset tutkimukset kyseiseen sairauteen liittyen. Tapaturmavakuutuslain mukaisesti maksetaan tutkimus- ja hoitokulujen lisäksi päivärahaa,

haittarahaa, kuntoutuskorvauksia, tapaturmaeläkettä, perhe-eläkettä ja hautausavustusta. (Hengitysliitto 2015b.)

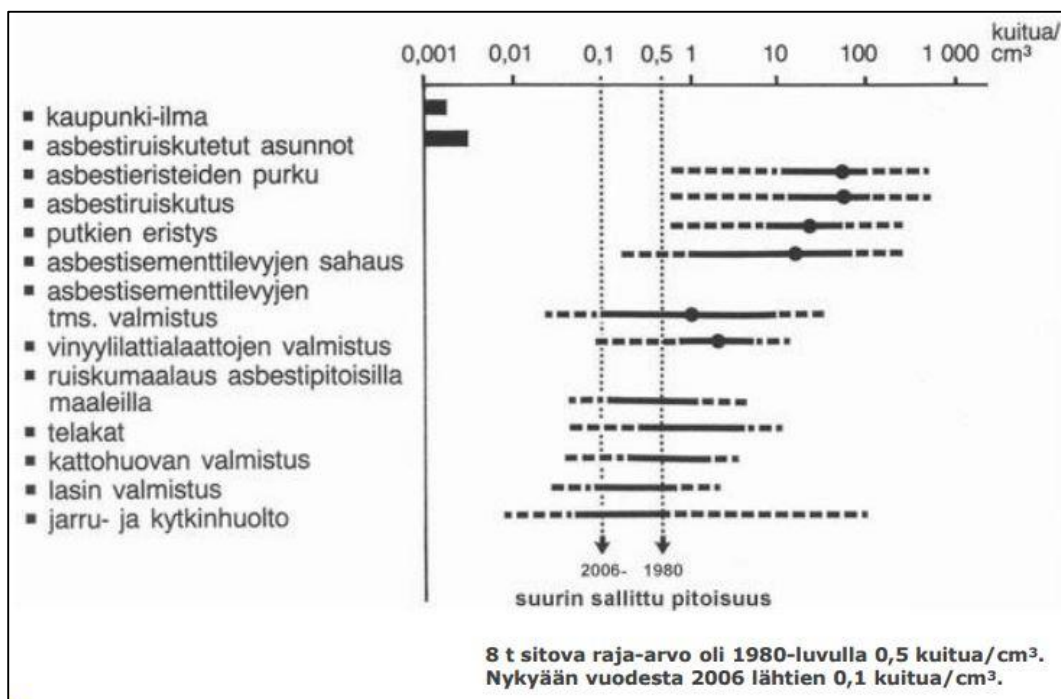
Päivärahalla korvataan ansiomenetykset vuoden ajan ammattitaudin ilmenemisestä lähtien, mikäli henkilö on vielä työelämässä. Tämän jälkeen ansiomenetys korvataan tapaturmaeläkkeenä. Näiden lisäksi maksetaan haittarahaa, joka määräytyy haittaluokan mukaan, joita on 20. Haittaluokalla osoitetaan ammattitaudin aiheuttama lääketieteellinen haitta. Haittараha maksetaan joko kertasummana tai jatkuvana. Esimerkiksi plakeista ei haittarahaa makseta ollenkaan ja asbestisyövissä maksetaan ensin kertakaikkisena korvauksena haittараha luokan 10 mukaan ja sen jälkeen kuukausittain yli 10 haittaluokan mukaisissa tapauksissa haittaluokan mukaan. (Hengitysliitto 2015b.)



## 4 ASBESTITYÖ

### 4.1 Työperäinen asbestialtistuminen

Vuonna 1989 asbestille altistuneita työntekijöitä on arvioitu olleen Suomessa noin 200 000, joista suurin osa työskenteli tai oli työskennellyt rakennusteollisuudessa. Lisäksi asbestipölylle altistuttiin telakkateollisuudessa (asbestiruiskutukset, sisustuslevyjen työstö ja korjaus), autokorjamoissa (asbestia käytettiin jarrupaloissa) ja asbestin sekä asbestituotteiden tuotannossa. (Asbestikomitean mietintö 1989: 66, 19.) Vuonna 2013 altistuneista elossa oli arviolta noin 50 000 (Oksa 2013). 1980-luvun loppupuolelle asti asbestipölyyn ei kiinnitetty huomiota, mistä johtuen etenkin rakennusalaalla työskennelleiden altistumiset olivat suuria (Hengitysliitto 2015b). Työterveyslaitoksen 1980-luvulla suorittamien ilman asbestipölymäärän mittauksien tuloksia erilaisissa töissä on esitetty kuviossa 7. Taulukossa 4 on esimerkkejä asbestialtistumismääristä erilaisissa purkutöissä. Nykyisin asbestille altistuu Suomessa noin 1000 työntekijää pääosin asbestipurkutöissä, mutta luonnollisesti suojautuminen on eri luokkaa kuin menneinä aikoina. Yhteensä Suomessa on sairastunut noin 10 000 ihmistä asbestin aiheuttamiin sairauksiin. (Oksa 2013.)



KUVIO 7. Työhygieenisten mittausten tuloksia 1980-luvulta (Oksa 2013)

TAULUKKO 4. Asbestipölymäärä purkutyössä (Ekman 2011, 17)

Purkutyö	Altistumisen suuruus
Vinyyliasbestilaatan levyä rikkova purku	0,1 – 0,5 k/cm³
Asbestisementtilevyn sahaus	1,0 – 5,0 k/cm³
Asbestipitoisen putkieristeen purku	2,0 – 10 k/cm³
Ruiskutetun asbestin purku	50 – 200 k/cm³

#### 4.2 Lainsäädännön kehitys

Ensimmäiset asbestia koskevat säädökset astuivat Suomessa voimaan 1970-luvulla, ja krokidoliitin käyttö ja asbestiruiskutukset kiellettiin vuonna 1976. Asbestipitoisten rakennusalan tuotteiden valmistus lopetettiin Suomessa 1988. (Suomen Asbestitekniikka Oy 2015.) Tuolloin myös tuli voimaan valtioneuvoston päätös asbestityöstä (886/1987), jossa säädettiin mm. työntekijän hengitysvyöhykkeen ilman asbestipitoisuuden raja-arvoksi

0,5 kuitua/cm<sup>3</sup> ja annettiin määräyksiä liittyen asbestipurkutyöhön ja asbestijätteen merkkamiseen sekä pakkaamiseen. Kyseinen päätös muutoksineen kumottiin valtioneuvoston päätöksellä asbestityöstä (1380/1994), joka oli voimassa 1.1.2016 saakka. Asbestin ja asbestipitoisten tuotteiden valmistus sekä maahantuonti ovat olleet kiellettyä 1.1.1993 lähtien ja myyminen sekä käyttöön ottaminen 1.1.1994 lähtien joitain poikkeuksia lukuun ottamatta (VNp 852/1992, 3 §).

#### 4.3 Asbestityötä koskeva lainsäädäntö

Vuoden 2016 alusta astui voimaan laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista (684/2015) sekä valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta (798/2015), jolla kumottiin valtioneuvoston päätökset asbestityöstä (1380/1994) ja asbestityöstä annetun valtioneuvoston päätöksen soveltamisesta laivatyöhön (536/1988). Lisäksi asetus kumosi työsuojeluhallituksen päätökset varautumisesta asbestityöhön aluksella (952/1989) sekä hyväksyttävistä asbestipurkutyössä käytettävistä menetelmistä ja laitteista (231/1989). (Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista 684/2015, 17 §; VNa 798/2015, 18 §.)

Laissa eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista (684/2015) säädetään asbestipurkutyöluvista sekä niihin liittyvästä pätevyydestä ja rekistereistä. Asbestipurkutyöntekijän pätevyysvaatimuksena on soveltuva ammattitutkinto tai sen osa, mutta ennen vuotta 2011 myönnetyt asbestipurkutyöluvut, jotka on myönnetty vanhan käytännön mukaan, ovat voimassa vielä kaksi vuotta uuden lain voimaantulosta (Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista 684/2015, 2 § & 17 §). Lupa myönnetään pykälässä 5 määriteltyjen edellytyksien täyttämälle luvanhakijalle määräajaksi tai toistaiseksi (Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista 684/2015, 6 §). Lupaviranomaisena toimii Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston työsuojelun vastuualue (Aluehallintovirasto 2015). Se pitää asbestipurkutyöluvista rekisteriä, johon tallennetaan luvanhaltijan nimi tai toiminimi, yhteystiedot, yritys- ja yhteisötunnus, kotipaikka, rekiste-

röintinumero sekä luvan myöntämispäivämäärä, voimassaoloaika ja peruuttaminen (Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista 684/2015, 10 §). Tietoja voidaan luovuttaa julkisen tietoverkon välityksellä, mikäli viranomaisella on rekisteröitävän suostumus (Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista 684/2015, 11 §). Lisäksi pidetään rekisteriä asbestipurkutyöhön pätevistä henkilöistä, johon tallennetaan rekisteröitävän henkilön omasta pyynnöstä tai suostumuksella nimi, syntymäaika, rekisteröintinumero ja ammattitutkinnon tai sen soveltuvan osan suorittamispäivämäärä (Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista 684/2015, 12 §).

Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta (798/2015) koskee asbestityötä. Asetuksen 3. pykälän mukaan työnantajan on huolehdittava, että työntekijän altistuminen asbestille on mahdollisimman pientä ja aina vähemmän kuin 0,1 kuitua kuutiosenttimetrissä hengitysilmaa kahdeksan tunnin keskiarvona. Altistumista arvioitaessa otetaan huomioon sellaiset kuidut, joiden pituus on vähintään 5 µm, läpimitta enintään 3 µm ja pituuden suhde läpimittaan 3:1 tai enemmän (VNa 798/2015, 3 §). Alue, jolla voi altistua asbestille, tulee rajata ja ulkopuolisten henkilöiden pääsy alueelle tulee estää (VNa 798/2015, 4 §). Rakennushankkeessa, johon voi sisältyä asbestipurkutyötä, on rakennuttajan tai muun hankkeesta vastaavan tahon huolehdittava asbestikartoituksen tekemisestä. Asbestikartoituksessa tulee paikallistaa purettavassa kohteessa oleva asbesti, selvittää sen laatu ja määrä, sekä selvittää rakenteissa olevan asbestin pölyävyys niitä käsiteltäessä tai purettaessa. Asbestikartoitus tulee dokumentoida ja luovuttaa purkutyötä tekevän toimijan käyttöön. (VNa 798/2015, 7 §.)

Asbestipurkutyöhön ryhtyvän työnantajan tulee tehdä turvallisuussuunnitelma asbestikartoituksen sekä työturvallisuuslaissa määritellyn työn vaarojen selvittämisen ja arvioinnin perusteella (VNa 798/2015, 8 §). Asbestipurkutyön suorittajan tulee ilmoittaa työstä etukäteen työsuojeluviranomaiselle (VNa 798/2015, 9 §). Asbestipurkutyö tulee tehdä joko osastointimenetelmällä, purkupussimenetelmällä, irrottamalla asbestia sisältävä rakenneosa kokonaisuutena, upotusmenetelmällä, märkäpurkuna tai muulla menetelmällä, jolla saavutetaan vastaava turvallisuustaso (VNa 798/2015, 12 §).

Asbestipurkutyöntekijän varusteet tulee olla sen tasoiset, ettei työntekijän hengitysilman asbestikuitupitoisuus ole enempää kuin  $0,01$  kuitua/ $\text{cm}^3$  (VNa 798/2015, 14 §). Asbestipurkutyötä seuraavan puhdistuksen jälkeen tulee tilan hengitysilman asbestikuitupitoisuuden olla niin ikään enintään  $0,01$  kuitua/ $\text{cm}^3$ , mikä varmistetaan mittaamalla (VNa 798/2015, 15 §).

Uudistus vanhaan lainsäädäntöön on, että hyväksyttyihin asbestipurkumenetelmiin on lisätty märkäpurkukohtaan asbestia sisältävän julkisivupinnoitteen poistaminen märkähiekkapuhalluksena. Aiemmin asbestisementtien seinä- ja kattolevyjen poistaminen kokonaisena oli sallittua ilman asbestipurkutyölupaa, muttei enää. Myös aiempi käytäntö, jossa asbestikartoitus jätettiin tekemättä ja koko purkutyö tilattiin asbestipurkutyönä, ei ole enää mahdollinen, vaan purettavien materiaalien asbestipitoisuus tulee aina selvittää. Vanhan lainsäädännön aikana ei pidetty kirjaa työntekijöistä, joilla on asbestipurkutyölupa, mutta uusi lainsäädäntö tuo tähänkin muutoksen virallisen rekisterin myötä. Lisäksi uudessa lainsäädännössä annetaan aiempaa tarkempia ohjeita mm. osastointimenetelmään ja varusteiden huoltoon sekä niiden kunnon varmistamiseen liittyen. (Aluehallintovirasto 2015.)

#### 4.4 Asbestikartoitus

Asbestikartoituksen päämääränä on selvittää purettavan rakennuksen asbestia sisältävät rakenteet. Kartoituksen hankkii purkuhankkeen tilaaja perustiedoksi asbestipurku-urakoitsijalle. (Ekman 2011, 15–18.)

Kuten valtioneuvoston asetuksessa 798/2015 7. pykälässä määrätään, on asbestikartoittajan paikallistettava kohteessa oleva asbesti, selvitettävä sen ja sitä sisältävien materiaalien laatu ja määrä sekä selvitettävä niiden pölyävyys niitä purettaessa. Rakennuksen sisältämän asbestin kartoittaminen aloitetaan historiatietojen perusteella, kun tiedetään, missä materiaaleissa on käytetty asbestia, ja millä ajanjaksolla. Käytetyistä materiaaleista voidaan hankkia tietoa työselityksistä, arkkitehtien piirustuksista, rakennesuunnittelijan piirustuksista, LVIS-piirustuksista ja muista urakka-asiakir-

joista (Rakennustieto 1993). Mikäli rakenteesta ei voida historiatietojen perusteella varmuudella arvioida, sisältääkö se asbestia, tulee ottaa materiaalinäyte ja lähettää se laboratorioon analysoitavaksi. Näyte otetaan leikkaamalla kiinteästä materiaalista noin tulitikkuaskin kokoinen pala, joka laitetaan kahteen sisäkkäiseen minigrip- pussiin. Laastien, maalien ja tasoitteiden tapauksessa näytettä otetaan noin ruokalusikallinen. Asbestin laadun määrittelyssä on olennaista, että krokidoliitti erotetaan muusta asbestista. (Ekman 2011, 15–17; Työterveyslaitos 2015c.)

Kartoitukseen pitää liittää selostus siitä, millä perusteella arviot rakenteiden asbestipitoisuuksista on tehty. Tämä johtuu siitä, että purkutyön edetessä voi tulla eteen tilanteita, joissa jonkun rakenteen epäillään sisältävän asbestia, vaikka asbestikartoitukseen näin ei olisikaan merkitty. Tällöin tulee olla selvillä, minkä vuoksi rakenne on todettu kartoituksessa asbestivaapaaksi ja mahdollisesti kartoitusta on muutettava tai asbestipitoisuus varmistettava. (Ekman 2011, 17.)

#### 4.5 Asbestijäte

Valtioneuvoston asetuksessa jätteistä 179/2012 19. pykälässä määrätään, että jätteen haltijan tulee huolehtia, että asbestijäte kerätään ja kuljetetaan käsittelyyn erillään muusta jätteestä tiiviisti suljetuissa ja asianmukaisesti merkityissä pakkauksissa.

Asbestia sisältävä rakennus- ja purkujäte on vaarallista jätettä, mutta se voidaan sijoittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle tai sille erikseen määriteltyyn kaatopaikan osaan, mikäli tietyt valtioneuvoston kaatopaikka-asetuksessa vaaditut ehdot täyttyvät. Ehdoissa vaaditaan muun muassa, että kyseinen alue tulee peittää päivittäin (VNa 331/2013, 31 §). Asbestipitoisen bitumikate luokitellaan asbestijätteeksi (Rakennustieto 2014b).

## 4.6 Asbestinäytteenotto ja -analyysit

### 4.6.1 Ilman asbestipitoisuuden määrittäminen

Sisäilman kokonaiskuitupitoisuus määritetään ottamalla ilmanäytepumppulla 1000 litran ilmanäyte selluloosaesterisuodattimelle (huokoskoko 8,0 µm) keräysnopeudella 10 litraa minuutissa. Näytteen preparoinnin jälkeen kuidut voidaan laskea optisella vaihesiirtomikroskoopilla käyttäen 500-kertaista suurennusta standardin SFS 3868 mukaan. Menetelmässä lasetaan kaikki kuidut, joiden pituus on vähintään 5 µm, läpimitta enintään 3 µm ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1. Ilman kuitupitoisuuden ollessa suurempi kuin 0,01 kuitua/cm<sup>3</sup> asbestikuitujen olemassaolo varmistetaan keräämällä näyte polykarbonaattisuodattimelle. Tällöin näytteen koon tulisi olla 500–1000 litraa ja kuidut lasketaan suodattimelta pyyhkäisyelektronimikroskoopilla käyttäen 3000-kertaista suurennosta. Menetelmässä kuidut tunnistetaan energiadiispersiivisellä spektrometrillä. Tämän menetelmän toteamisraja 500-litraiselle näytteelle on 0,01 kuitua/cm<sup>3</sup>. (Asumisterveysopas 2009, 132.)

Sisäilman asbestipitoisuutta voidaan tutkia myös pyyhintämenetelmällä. Pyyhintänäyte otetaan pinnoille tai ilmanvaihtokanavaan laskeutuneesta pölystä. Näytteenotto tapahtuu laittamalla käsi nurin käännetyn yhden tai kahden litran minigrip-pussin sisään ja pyyhkimällä pussilla tutkittavan tilan tasopintoja tai tuloilmakanavan sisäpintaa. (Työterveyslaitos 2015d.) Näin otettu pölynäyte analysoidaan elektronimikroskoopilla ja siihen liitettyllä alkuaineanalyysointilaitteella ja saatu tulos on kvalitatiivinen, eli se kertoo vain, sisältääkö pöly asbestia vai ei (Työterveyslaitos 2015e).

Tiloissa, joiden ilman asbestipitoisuus on enemmän kuin 0,01 kuitua/cm<sup>3</sup>, asbestikuitujen laskentaan voidaan käyttää myös valomikroskooppia standardin SFS 3868 mukaan. Näin suuria pitoisuuksia esiintyy yleensä vain varsinaisessa asbestityössä. Näytteenottotilavuuden tulisi olla 10–500 litraa ja näytteenottonopeudeksi suositellaan 0,5–2 litraa minuutissa. (Leppänen 2010, 40.) Kuitujen ja muiden hiukkasten lukumäärä suodattimella vaikuttaa olennaisesti laskennan luotettavuuteen. Kuitutiheyden optimi on

100–400 kuitua/mm<sup>2</sup>. Tätä pienemmässä tiheydessä laskennan toistettavuus on huono ja suuremmassa tiheydessä tulos taas jää yleensä liian pieneksi. Käytännössä tämä tarkoittaa, että mikäli ilmassa on paljon hiukasia, tulee näytteenottoajan olla tarpeeksi lyhyt, ettei 400 kuitua/mm<sup>2</sup> ylity. Esimerkiksi jos näytettä otetaan halkaisijaltaan 37 mm suodattimelle nopeudella 2 l/min, tunnin näytteenotto ilmasta, jonka kuitupitoisuus on 1 kuitua/cm<sup>3</sup>, tuottaa suodattimelle kuitutiheyden yli 100 kuitua/mm<sup>2</sup>. (Riala ym. 1993.) Kun tiedetään suodattimella olevien kuitujen lukumäärä, imetty ilmamäärä, suodattimen tehollisen alueen läpimitta sekä laskettujen näkökenttien lukumäärä ja läpimitta, voidaan laskea ilman keskimääräinen kuitupitoisuus (SFS 3868).

Valomikroskoopilla ei havaita paksuudeltaan alle 0,2–0,4 µm olevia kuituja, mikä rajoittaa menetelmän käyttöä jonkin verran. Varsinaisilla asbestityöpaikoilla menetelmä riittää silti vaaranarviointiin, mutta muissa ympäristöissä suuri osa kuiduista on valomikroskopian erotuskyvyn ulottumattomissa. Eläinkokeissa on havaittu, että halkaisijaltaan alle 0,1 µm ja pituudeltaan yli 5 µm olevat kuidut ovat mesoteliooman kannalta vaarallisimpia. Mikäli ilman asbestikuitupitoisuus ei ole riittävä valomikroskooppiseen laskentaan, tulisi näytteet tutkia elektronimikroskoopilla. Työterveyslaitoksen mittauksissa elektronimikroskoopilla ja valomikroskoopilla tehdyissä kuitulaskennoissa löydettyjen kuitujen suhde vaihteli 0,6:sta 8:aan. (Riala ym. 1993, 33; Leppänen 2010, 40–41.)

Näytteiden tutkimiseen voidaan käyttää joko pyyhkäisyelektronimikroskooppia (SEM) tai läpivalaisuelektronimikroskooppia (TEM). Suomessa käytetyin on SEM. SEM:lla näytteitä analysoitaessa esikäsittelyksi riittää pelkkä näytteen kultaus. Sen sijaan TEM:a käytettäessä tarvitaan myös näytteen hiilestystä ja suodattimen liuottamista. SEM:lla nähdään kuidun pintarakenne, josta on mahdollista päätellä sen todennäköinen alkuperä ja koostumus. Varmaan asbestin tunnistukseen päästään kuitenkin vain röntgenfluoresenssianalyysillä tarkastelemalla pääasiassa piin ja magnesiumin suhdetta.



TEM:lla pystytään havaitsemaan vielä pienempiä kuituja kuin SEM:lla, minkä vuoksi sitä käytetään ensisijaisena menetelmänä ympäristönäytteiden asbestimäärittäyksiin esim. Yhdysvalloissa. (Leppänen 2010, 40–41.)

#### 4.6.2 Materiaalin asbestipitoisuuden määrittäminen

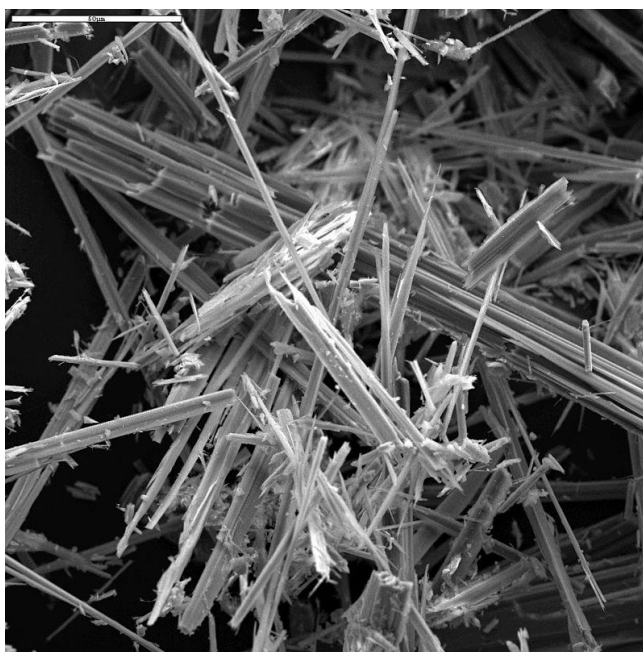
Suomessa ei ole virallista standardia asbestin määrittämiseen materiaalinäytteestä. Käytäntönä on arvioida näytteet valo- tai elektronimikroskooppilla ja ilmoittaa tulokset muodossa ”ei sisällä” tai ”sisältää” asbestia. Lisäksi asbestipitoisesta näytteestä ilmoitetaan sen sisältämän asbestin tyyppi. Ulkomaisia ohjeita asbestianalyysiin rakennusmateriaaleista ovat ainakin EPA 600/R-93/116, NIOSH 9002 ja OSHA ID-191. U.S. Environmental Protection Agency (EPA) määrittelee asbestipitoiseksi materiaalin, joka sisältää yli 1 % asbestia. (Millette 2012, 25.) Suomessa ei lainsäädännöstä kuitenkaan löydy tällaista määritelmää, mutta eri lähteistä löytyy mainintoja, että rakennusmateriaalin asbestipitoisuuden kriteerinä pidettiin täällä niin ikään yhtä prosenttia (Ekman 2011, 33; Oksa ym. 2013, 6).

Edellä mainituissa menetelmissä asbestilaadut erotetaan toisistaan sekä muista kuiduista optisten ominaisuuksien, mm. taitekertoimien, perusteella käyttämällä polarisaatiomikroskooppia. Eri tyyppien asbestikuidut ovat myös ulkonäöltään erilaisia: amfibolikuidut ovat tyypillisesti pitkiä, ohuita sekä suoria ja krysotiilikuidut ovat taas kaartuvia. (Crane 1995, 12.)

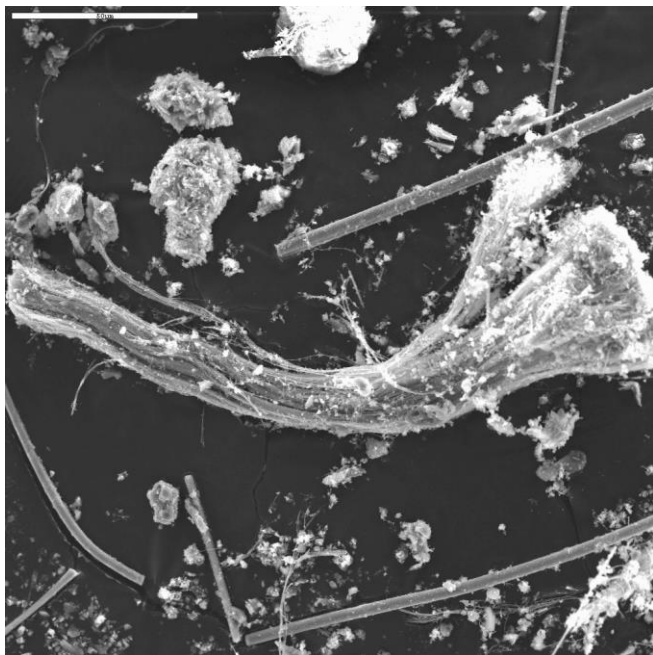
Kun kuidut on tunnistettu, arvioidaan asbestipitoisuus prosentteina näytteen tilavuudesta tai pinta-alasta. Analysoijan kokemus vaikuttaa merkittävästi tuloksiin, sillä arvio tehdään visuaalisesti. Huomioitavaa on myös, ettei visuaalisesti tehty arvio välttämättä vastaa asbestin pitoisuutta massaprosentteina, sillä tämä riippuu näyttemateriaalin tiheydestä. Kuitenkaan arvion tarkkuudella ei ole suurta merkitystä, sillä yleensä asbestipitoisuus on selvästi yli 1 m-%, jolloin materiaalia käsitellään Yhdysvalloissa joka tapauksessa asbestipitoisena. (Millette 2012, 24–26.)

Joissain rakennusmateriaaleissa asbestipitoisuus saattaa olla lähellä 1 % rajaa. Tällöin asbestipitoisuuden arvioinnissa voidaan käyttää esimerkiksi

niin sanottua point count -menetelmää. Menetelmässä materiaali levitetään objektilasille, minkä jälkeen siitä valitaan satunnaisesti 400 pistettä. Tyhjiä kohtia ei oteta mukaan laskuun. Sellaisten pisteiden lukumäärä, joissa asbestikuitu osuu keskelle okulaarin ristikköä, lasketaan. Asbestipitoisuus saadaan jakamalla laskettujen kuitujen määrä pisteiden kokonaismäärällä, eli 400:lla. Esimerkiksi, jos laskennassa havaitaan 3 asbestikuitua, tämä tarkoittaa, että asbestipitoisuus on 0,75 %. Tätä menetelmää ei voida kuitenkaan pitää kovin luotettavana pienissä pitoisuuksissa. Mahdollisesti onkin kannattavampaa poistaa määrittystä vaikeuttavat sideaineet ja tehdä analyysi elektronimikroskoopilla. (Millette 2012, 26–27.) Orgaaninen aines, esim. vinyyli- ja bitumimateriaalit, voidaan poistaa kuumentamalla materiaalia 500 celsiusasteessa tai liuottamalla tetrahydrofuraaniin. Karbonaatti voidaan taas liuottaa suolahappoon. Asbestipitoisuuden laskennassa tulee luonnollisesti huomioida poistettu massa. (Crane 1995, 9.) Kuvat 3 ja 4 ovat elektronimikroskooppikuvia asbestikuidusta.



KUVA 3. Antofylliittikuituja (U.S. Geological Survey 2015)

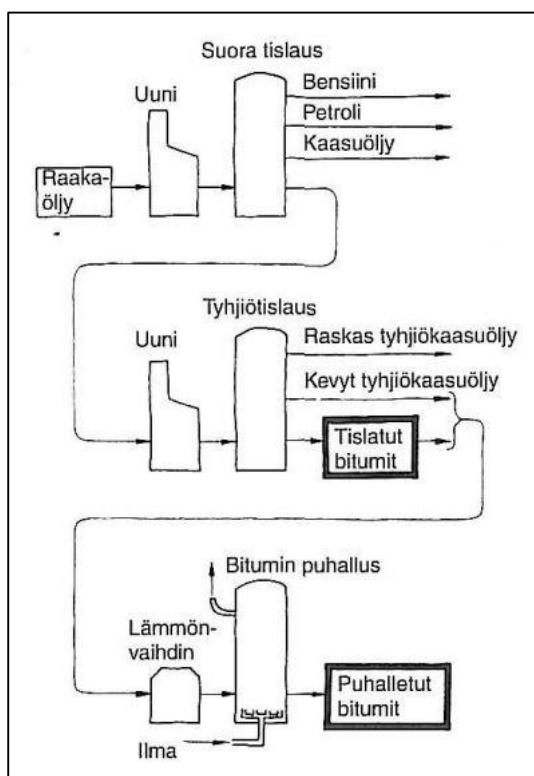


KUVA 4. Krysotiilikuitukimppu (U.S. Geological Survey 2015)

## 5 BITUMITUOTTEET JA NIIDEN SISÄLTÄMÄ ASBESTI

### 5.1 Tislattu ja puhallettu bitumi

Bitumi on puolikiinteä raskaiden ja vähän haihtuvien hiilivetyjen seos, jota esiintyy luonnon asfalteissa sideaineena sekä muodostuu raakaöljyn tyhjiötislauksessa. Tislauksessa raakaöljyn kevyemmät jakeet haihdutetaan ja raskas bitumi jää jäännökseksi. Laatuvaatimukset täyttävän bitumin raaka-aineena käytettävästä raskaasta raakaöljystä tyypillisesti bitumia on 20–50 m-%. Tislausjäännöksenä saatua bitumia kutsutaan yleisesti tislatuksi bitumiksi. Kuviossa 8 nähdään bitumin valmistuksen periaate. (Siikanen 2009, 279–281; Asphalt Institute Inc. & European Bitumen Association 2015, 8.)



KUVIO 8. Bitumin valmistuksen periaate (Siikanen 2009, 280)

Bitumin pehmenemispistettä ja viskositeettia voidaan nostaa ja tunkeumaa laskea hapettamalla. Hapettaminen tapahtuu puhaltamalla bitumiin ilmaa,

mistä johtuen tällaista bitumia kutsutaan puhalletuksi bitumiksi. (Asphalt Institute Inc. & European Bitumen Association 2015, 10.) Puhallettuja bitumeja käytetään eristyssivelyissä sekä kattahuopien valmistuksessa ja liimaamisessa. Sekä tislattulle että puhalletulle bitumille on ominaista, että niitä tulee käsitellä kuumennettuna. (Siikanen 2009, 279–282.)

## 5.2 Polymeerimodifioidut bitumit

Bitumin ominaisuuksia voidaan parantaa lisäämällä siihen polymeeriä. Suomessa on yleisesti käytössä styreenibutadieeniblokkipolymeeri (SBS), jota bitumiin lisäämällä saavutetaan hyvät kylmäominaisuudet ja elastisuus. SBS-kumibitumikermejä on valmistettu Suomessa 1970-luvulta lähtien. (Siikanen 2009, 282.)

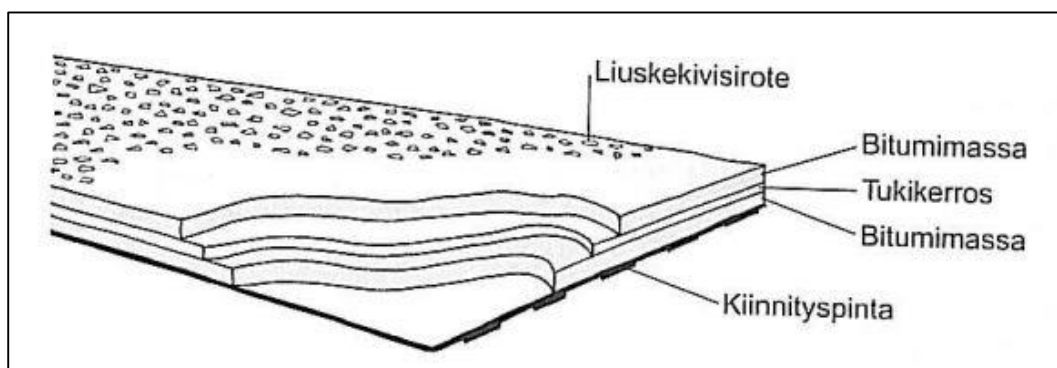
Bitumiin voidaan lisätä myös ataktista polypropeenä (APP). APP-muovibitumilla on korkeampi pehmenemispiste kuin tavanomaisella bitumilla ja sillä voidaan parantaa kermin lämmönkestävyyttä. APP-muovibitumi on plastista eli siinä tapahtuvat muodonmuutokset eivät palaudu. (Siikanen 2009, 282.)

## 5.3 Bitumikatteet

Bitumikermi on katteissa ja vedenpaine-eristyksissä käytettävä materiaali, jota valmistetaan kyllästämällä lasikuidusta tai polyesteristä valmistettu tukikerros bitumilla, minkä jälkeen se vielä pinnoitetaan bitumikerroksella molemmilla puolin. Aikaisemmin tukikerroksissa käytettiin tekstiilimateriaaleja, kuten raakahuopaa ja juuttikangasta. Bitumimassan pinnalle lisätään hiekkaa tai murskattua kiviainesta sirotteeksi, joka estää kermin tarttumista. Markkinoilla on myös kermejä, joissa toisella puolella ei ole sirotetta, vaan silikonipaperi tai muovikalvo, joka irrotetaan ennen käyttöä. Valmiit bitumikermit myydään rullina. (Siikanen 2009, 283–284.)

Etenkin loivilla katoilla voidaan käyttää kaksikermikatteita, mikä tarkoittaa, että katerakenne koostuu kahdesta päällekkäisestä toisiinsa liimaamalla

tai hitsaamalla liitetystä bitumikermistä. Markkinoilla on myös yksikermikatteita, jotka on tarkoitettu käytettäväksi yksikerroksisissa kateratkaisuissa ja sopivat hyvin jyrkempiin kattoihin. (Kattoliitto ry 2013, 27.) Kermin liimaaminen tarkoittaa, että kuumennettua bitumia tai kumibitumia kaadetaan alustan ja liimattavan kermin väliin kermiä auki rullattaessa. Kermejä voidaan liimata myös bitumiliimoilla, jotka eivät vaadi kuumennusta, mikä helpottaa työskentelyä jyrkillä katoilla (Kattoliitto 2013, 72). Hitsauksessa taas kiinnitysbitumi on valmiina kermin kiinnityspinnassa, jolloin kiinnitys tapahtuu pintaa kuumentamalla auki rullaamisen yhteydessä. Kermien kiinnitykseen käytetään myös mekaanisia kiinnikkeitä, kuten huopanauloja. (Kattoliitto ry 2013, 31–32.) Katon korjauksessa uusi kermi voidaan kiinnittää vanhan kermin päälle, mikäli vanha kermi on hyvässä kunnossa. Jos vanhan kermin kunto on huono tai vedeneristyskerroksia on kertynyt katolle jo useita, tulee vanha vedeneriste poistaa. (Kattoliitto ry 2013, 44.) Kuviossa 9 nähdään bitumikermin rakennekerrokset.



KUVIO 9. Bitumikermin rakenne (Siikanen 2009, 283).

Katoissa voidaan käyttää myös bitumikattolaattoja, joita valmistetaan samoista materiaaleista kuin kermejäkin. Niitä on markkinoilla erikokoisia ja useissa eri väreissä. (Siikanen 2009, 285.) Bitumikattolaattoja voidaan käyttää vain katoilla, joiden kaltevuus on vähintään 1:5 (Kattoliitto ry 2013, 69).

#### 5.4 Bitumiemulsiot

Bitumiemulsioissa bitumipisarat ovat sekoittuneena veteen emulgaattorin avulla muodostaen emulsion, jota voidaan työstää viileissäkin olosuhteissa. Emulgaattoreita on anionisia, kationisia ja saviemulgaattoreita. Suomessa käytössä on yleisesti kationisia emulsioita. Bitumiemulsion murtuessa, eli veden irtaantuessa emulsiosta, se muodostaa yhtenäisen kalvon. Bitumiemulsioita käytetään rakennusteollisuudessa siveltävänä eristeenä erilaisilla pinnoilla sekä huopakattojen huollossa. (Siikanen 2009, 282.)

#### 5.5 Bitumiliuokset ja liuospohjaiset tuotteet

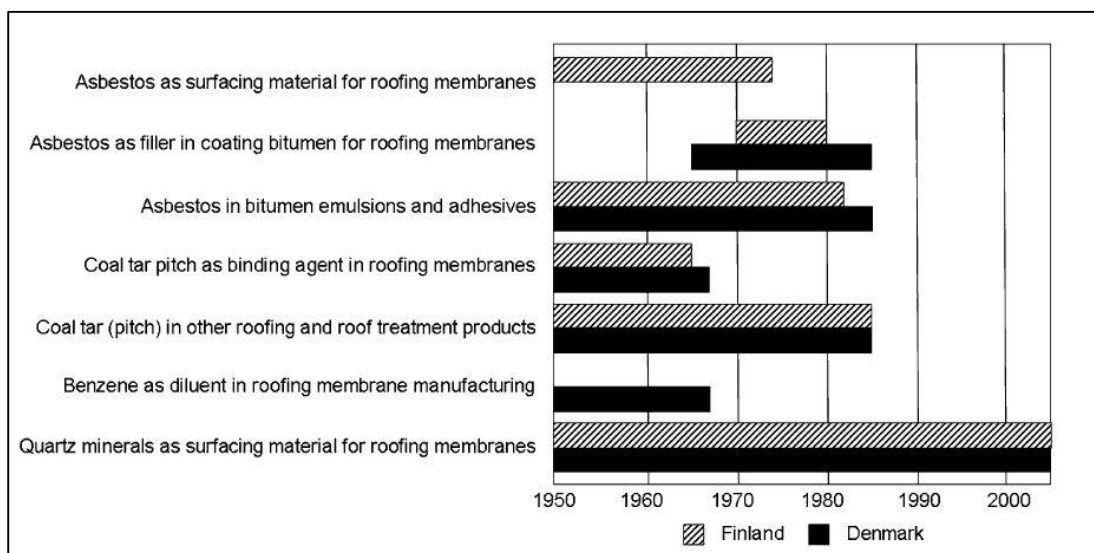
Bitumiliuoksissa tislattuun tai puhallettuun bitumiin on lisätty hiilivetyliuotinta, jolloin bitumi saadaan työstettävään muotoon ilman lämmittämistä. Suomessa yleisesti liuottimena käytetään mineraalitärpähtiä. Bitumiliuoksia voidaan käyttää kuumabitumisivelyä tai bitumikerman kiinnitystä betoniin edeltävässä esisivelyssä sekä eristyssivelyissä. Bitumiliuospohjaisia talonrakennuksessa käytettyjä tuotteita ovat:

- bitumiliimat, joita on käytetty muun muassa muovimattojen ja parkettien sekä bitumikermien liimaukseen.
- bitumimaalit, joita on käytetty bitumi- ja peltikattojen hoitoon.
- bitumikitit, joita on käytetty pienten kolojen paikkaukseen ja mm. putkien läpivientitiivistykseen. (Riala ym. 1993, 18–19; Siikanen 2009, 282–283.)

#### 5.6 Bitumikattotuotteiden sisältämä asbesti

Asbestia on käytetty suomalaisessa bitumikattoteollisuudessa bitumikatteen sirotteena ja täyteaineena sekä nestemäisissä bitumijalosteissa (Anttila, Heikkilä, Mäkelä, Schlünssen & Priha 2009, 142). Liitteen 1 taulukoihin on koottu kirjallisuudesta bitumikattotuotteita, joissa on käytetty asbestia.

Tietoa asbestin käytöstä löytyy myös Työterveyslaitoksen ja Aarhusin yliopiston yhteisestä tutkimuksesta, jossa selvitettiin karsinogeeneille altistumista suomalaisessa ja tanskalaisessa bitumikattoteollisuudessa vuosina 1950–2005 (Anttila ym. 2009). Tutkimuksen mukaan asbestia käytettiin Suomessa bitumikatteiden sirotteena 1950-luvulta vuoteen 1973–74 asti, täyteaineena 1970-luvun alusta vuoteen 1978–79 sekä bitumiemulsioissa ja –liimoissa 1950-luvulta 1980-luvun alkupuolelle saakka (kuvio 10). Lisäksi 2 % tremoliittia sisältävää talkkia käytettiin sirotteena 1970-luvun puolivälistä 1980-luvun puoliväliin. Huomattavaa on, että valmistajat käyttivät asbestia eri tarkoituksiin: jotkut valmistajat käyttivät sitä ainoastaan täyteaineena, toiset taas ainoastaan sirotteena. Tehtaissa, joissa asbestia käytettiin, sitä sisältävien tuotteiden tuotantomäärät olivat 5-30 % kokonaistuotannosta. Taustatiedot tutkimusta varten kerättiin aiemmista julkaisuista sekä bitumikatetehtaiden edustajien haastatteluilla. Tiedot koskevat kolmea tutkimuksen tekohetkellä Suomessa toiminnassa ollutta tehdasta. (Anttila ym. 2009, 143.)



KUVIO 10. Karsinogeenien käyttöaikoja bitumikateteollisuudessa (Anttila ym. 2009, 142)



Tämän opinnäytetyön puitteissa hankittiin tietoa asbestin käytöstä bitumikateteollisuudessa myös alalla työskennelleitä haastattelemalla. Vielä 1970-luvulla Suomessa oli neljä bitumikatteita valmistavaa yritystä: Lemminkäinen Oy, Rakennusainetehtas Kerana, Katepal Oy ja Icopal Oy. Näistä Rakennusainetehtas Kerana lopetti toimintansa 1990-luvulla ja Lemminkäinen Oy myi kattoliiketoimintansa pohjoismaiselle pääomasijoitusrahasto Axcelille vuonna 2011 (Kaunismäki 2016; Nordic Waterproofing Oy 2016). Lemminkäinen Oy:n kattoliiketoiminnan jatkajana toimii Nordic Waterproofing Oy.

Icopal Oy:llä asbestia käytettiin 1960–1978 kolmessa bitumimatossa ja kahdessa kattohuovassa täyteaineena. Asbestia oli tyypillisesti noin 40 grammaa kermineliömetriä kohti, eli sen osuus valmiin kermin massasta oli noin 1 %. Asbesti on tuotteissa tasaisesti levittyneenä bitumimassan joukkoon. Tuotenimet ja käyttövuodet ovat taulukossa 5. (Olander 2016, liite 2.)

TAULUKKO 5. Asbestin käyttö Icopal Oy:n valmistamissa tuotteissa (Olander 2016, liite 2)

Bitumimatot	Käyttöaika
MJ 300/4000	1960–1971
ML 180/4000	1972–1978
ML 500/4200	1968–1978
Kattohuovat	Käyttöaika
A 4000	1972–1978
A 4600	1972–1978

Lemminkäinen Oy:llä asbestia käytettiin vuoteen 1974 asti yhdessä tiilikaton aluskatteessa sirotteena ja nestemäisissä bitumijalosteissa (bitumiliimat, -kitit ja kattopinnoitteet) vielä 1980-luvun alkuun asti. Asbestin käyttö oli siis 1970- ja 1980-luvuilla enää hyvin vähäistä. Kuitenkin 1960-luvun alussa ja sitä edeltävänä aikana käyttö oli runsaampaa, mutta tästä ei ole

dokumentoitua tietoa saatavilla. (Forstén 2016.) Katepal Oy:llä asbestia käytettiin niin ikään sirotteena joidenkin aluskermien pinnalla 1970-luvun alkupuolelle asti. Nämä kermi olivat kuitenkin tarkoitettu pääasiassa muihin vedeneristyskohteisiin kuin katoille. Tämän jälkeen asbestin käyttöä jatkettiin Katepal Oy:llä vielä nestemäisessä sivelävässä bitumituotteessa 1980-luvun alkuun saakka, mutta sen tuotantomäärät olivat hyvin pieniä, vain pari tonnia vuodessa. Myös Katepal Oy:llä asbestin käyttömäärät olivat siis 1970- ja 1980-luvuilla enää hyvin pieniä. Bitumikermeissä normaalisti sirotteena käytettävän hiekan määrä on noin  $800 \text{ g/m}^2$  ja asbestia käytettäessä tarpeen voidaan arvioida olevan materiaalin kuitumaisuudesta johtuen selvästi pienempi, mahdollisesti noin  $100\text{--}300 \text{ g/m}^2$ . (Kekonen 2016.) Tällöin asbestisiroitteisten kermien asbestipitoisuus olisi noin 3–15 %.

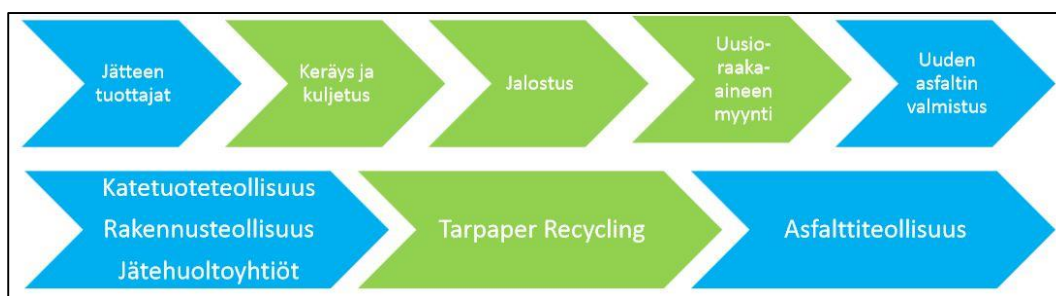
1990-luvulla toimintansa lopettaneella Rakennusainetehtas Keranalla ei valmistettu asbestipitoisia bitumikatteita ainakaan vuonna 1974 tai sen jälkeen, mutta tätä edeltävästä ajasta ei löydetty tietoja tähän opinnäytetyöhön. Tuotannossa oli kaksi asbestipitoista bitumikatteiden pintasivelyyn käytettävää bitumiemulsiota 1980-luvun alkuun saakka. (Kaunismäki 2016.) Rialan ym. (1993, 19) mukaan bitumiemulsioissa asbestipitoisuus on 6–20 %.

Ilman tietoa tuotantomääristä voidaan tehdä vain karkeita arvioita siitä, kuinka suuri osuus valmistetuista bitumikatteista on ollut asbestipitoisia 1970-luvulla. Vuosina 1970–1974 neljästä suomalaisesta valmistajasta ainakin kolme käytti asbestia, joista kaksi vain harvoissa tuotteissa, mutta yksi yleisemminkin käytössä olleissa tuotteissa. Vuosina 1975–1978 asbestia käytti enää yksi valmistaja ja vuodesta 1979 lähtien sen käyttö bitumikatteissa lopetettiin. Haastatteluihin ja kirjallisuudesta löydettyyn tietoon perustuen asbestipitoisten tuotteiden osuuden koko Suomen bitumikate-tuotannosta voidaan arvioida olleen alle 10 % 1970-luvulla.

## 6 BITUMIKATTEEN KIERRÄTYS

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimiva Tarpaper Recycling Finland Oy on tanskalaisen Tarpaper Recycling ApS:n suomalainen tytäryhtiö, jonka liiketoimintana on bitumikatejätteen kerääminen ja sen jalostaminen asfalttiteollisuuden käyttämäksi raaka-aineeksi. Yritys on toiminut Suomessa vuoden 2013 lopusta lähtien, ja sen toimipiste on Lahdessa Kujalan jätekeskuksessa. (Tuominen 2014.)

TRF:n asiakaskuntaan kuuluvat heille bitumikatetta toimittavat bitumikatehtaat, jätehuoltoyritykset sekä rakennus-, saneeraus- ja purku-urakoitsijat. Toisen osan asiakaskunnasta taas muodostavat loppupään asiakkaat eli TRF:n valmistamaa jalostetta hyödyntävät asfalttiteollisuuden yritykset. Kierrätyksen arvoketju esitetään kuviossa 11. (Tuominen 2014.)



KUVIO 11. Bitumikatteen kierrätyksen arvoketju (Tuominen 2014)

Perustan bitumikatejätteen kierrätykselle muodostaa 1.1.2016 voimaan astunut orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto, jonka mukaan kaatopaikalle ei saa sijoittaa materiaalia, jonka orgaanisen aineen pitoisuus määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä tai hehkutushäviönä on yli 10 %. Rakennusjätteen osalta säädös on lievempi siten, että rajana on aluksi 15 %, minkä jälkeen se tippuu 10 prosenttiin vuonna 2020. (VNa 331/2013, 28 §, 53 §). Lisäksi on asetettu tavoite, että 70 m-% rakennusjätteestä tulisi hyödyntää muutoin kuin energiana tai polttoaineena vuoteen 2020 mennessä

(VNa 179/2012, 16 §). Kattohuopajätteen volyymien on arvioitu olevan Suomessa 13 000–18 000 tonnia vuodessa (Tuominen 2014).

## 6.1 Bitumikatteen kierrätyksen prosessi

Bitumikatteen jalostusprosessin vaiheet ovat

1. kattohuopajätteen syntypaikkalajittelu
2. talteenotto
3. kuljetus
4. vastaanotto, jälkilajittelu ja välivarastointi
5. kattohuoparouheen 1. vaiheen murskaus
6. välivarastointi
7. kattohuoparouheen 2. vaiheen murskaus
8. laadunvarmistus ja raportointi
9. toimitus käyttäjälle
10. toiminnan dokumentointi

Alaluvuissa 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3 ja 6.1.4 on esitetty laadunvalvontaan liittyvät näkökohdat ketjun eri vaiheissa. Asbestia löytyy vain purettavista bitumikatteista, joten tehtaiden leikkuujätettä ei ole huomioitu tässä tarkastelussa.

### 6.1.1 Purkutyömaa

Asbestikartoitus vaaditaan lain mukaan aina, kun rakennustyöhön sisältyy rakenteiden purkamista, jossa voidaan altistua asbestipölylle (VNa 798/2015, 2 §, 7 §). Tämän vuoksi työn tilaajan tulee aina selvittää, onko purettavassa kohteessa asbestia ja esittää tiedot tarjouspyynnössä (Katto-liitto ry 2013, 97). Mikäli edellä mainitusta huolimatta asbestipitoisuutta ei ole selvitetty suunnitteluvaiheessa, tulee urakoitsijan itse ottaa bitumikatteesta materiaalinäyte, jos purettava materiaali on ajalta ennen vuotta 1985 (Tuominen 2015).

Asbestinäyte otetaan leikkaamalla bitumikatteesta noin 2 cm \* 2 cm pala puukkoa ja pihtejä apuna käyttäen. Mikäli näytteestä tehdään myös PAH-analyysi, tulee näytteen olla kooltaan 10 cm \* 10 cm. Paksuista kerroksista näyte voidaan joutua ottamaan polttoleikkaamalla. Näyte tulee ottaa niin, että siinä on mukana kaikki katekerrokset. (Rakennustieto 2014a.) Näytepala pakataan minigrip-pussiin ja lähetetään asianmukaiseen laboratorioon analysoitavaksi.

Työterveyslaitoksen (2013a) mukaan asbestia sisältävän bitumikatteen purku tulee tehdä asbestipurkuna siihen erikoistuneen yrityksen toimesta, mikäli asbestia on purettavan huovan sirotteessa. TRF ei myöskään ota asbestipitoista materiaalia vastaan. Urakoitsijan tulee dokumentein pystyä osoittamaan, että TRF:lle toimitettava materiaali on todettu asbestista vapaaksi. (Tuominen 2015.) Mikäli bitumikate tuodaan TRF:lle normaalina materiaalina, mutta se osoittautuukin asbestipitoiseksi, kuorma hylätään ja toimitetaan Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:lle asianmukaiseen käsittelyyn. Tällöin kuorma laskutetaan asbestijätteen hinnalla ja peritään ylimääräinen käsittelymaksu sekä laboratorio- ja toimituskulut. (Tarpaper Recycling Finland Oy 2014.)

TRF:lle tuotavan materiaalin laatuvaatimukset ovat taulukossa 6. Käytännössä materiaali saa sisältää kattuhuovan lisäksi nauvoja, sillä ne pystytään erottelemaan tehokkaasti jalostusprosessissa. Epäpuhtauksia saa olla korkeintaan 2 % materiaalin tilavuudesta ja PAH-pitoisuuden raja-arvo on 200 mg/kg. (Tarpaper Recycling Finland Oy 2015.)

TAULUKKO 6. Kattohuovan laatuvaatimukset (Tarpaper Recycling Finland Oy 2015)

Soveltuu keräykseen	Ei sovellu keräykseen
Bitumikattohuoparullat	Asbestipitoiset huovat
Erilaiset palakoot	Lista- ja eristemateriaalit
Singelisorakattomateriaalit	Puu-, rima- ja vanerimateriaalit
Naulat	Kartongit ja alumiinipaperit
	Isot metallit ja pellit
	Maa- ja kiviainekset
	Kumi- ja muovimateriaalit

#### 6.1.2 Kuormien vastaanotto

Ennen kuorman tuomista TRF:n lajittelukentälle se punnitaan ja tarkastetaan aistinvaraisesti vaa'alla. Vaa'alle jätetään myös tiedot jätteen alkupe-  
rystä/toimittajasta, kuljettajasta, vastaanottajasta, jäteluettelon mukaisesta  
luokittelusta ja punnitustiedoista. Kaikki kuormat päivätään ja niille an-  
etaan erätunnus. Siirtoasiakirjat lisäksi dokumentoidaan. (Tarpaper Recy-  
cling Finland Oy 2015.)

Kuormat tarkastetaan aistinvaraisesti myös, kun ne saapuvat TRF:n lajitte-  
lukentälle. Kaikki kuormat jälkilajitellaan ja epäpuhtaudet poistetaan kaivin-  
koneella, kuten kuvassa 5 (Tuominen 2016). TRF:n kriteerien vastaista jä-  
tettä toimittaneelle annetaan huomautus ja korvausvaatimus kustannuk-  
sista, jotka aiheutuivat epäpuhtauksien poistamisesta. Epäpuhdas materi-  
aali voidaan myös toimittaa asianmukaiseen käsittelyyn jätteen toimittajan  
laskuun. (Tarpaper Recycling Finland Oy 2015.)

Saapuvia kuormia seurataan pistokokein asbestin varalta. Mikäli näytteen  
havaitaan sisältävän asbestia, toimitetaan kuorma Päijät-Hämeen Jäte-  
huolto Oy:lle käsiteltäväksi (Tarpaper Recycling Finland Oy 2015). Kaikki  
kuormat lajitellaan TRF:n lajittelukentällä, huopapalat ravistellaan ja käy-  
dään läpi pala palalta, jonka jälkeen ne sekoitetaan ja välivarastoidaan  
(Tuominen 2016). Erotellut materiaalit toimitetaan Päijät-Hämeen Jäte-  
huolto Oy:lle. (Tarpaper Recycling Finland Oy 2015.)



KUVA 5. Kattohuovan koneellista lajittelua Kujalassa

### 6.1.3 Jalostusprosessi ja välivarastointi

Esikäsitelty, lajiteltu ja sekoitettu bitumikate murskataan ensin 0-30 mm palakokoon, ja naulat sekä muut metallit poistetaan (Tuominen 2016). Tämän jälkeen erät sekoitetaan uudelleen ja välivarastoidaan lupamääräykset huomioiden. Esimurskattua materiaalia murskataan 0-10 mm palakokoon sitä mukaa kuin tilauksia tulee. Valmis tuote varastoidaan näytteenottoa varten katetussa tilassa, etteivät aurinko ja sade pääse vaikuttamaan siihen, jolloin paakkuuntuminen vältetään. Normaalilämpötilassa tuote on irtonaista rouhetta. Lopputuotteen varastointiaika ei kuitenkaan tulisi olla pidempi kuin yksi kuukausi yhteenlaskettuna murska-asemalla ja asiakkaalla. (Tarpaper Recycling Finland Oy 2015.) Tässä opinnäytetyössä käytetään jatkossa tuotteesta sen virallista nimeä BitumenMix.

### 6.1.4 Tuote ja toimitus

Valmiista tuotteesta otetaan näytteet, joista määritetään asbesti, siideainepitoisuus, rakeisuus, vesipitoisuus ja sideaineen tunkeuma (Tuominen 2016). Ohjeellinen näytteenottotiheys on yksi näyte 200 tonnia lopputuotetta kohti, mutta käytännössä näytteitä on keskimäärin otettu yksi kokoomanäyte 100 tonnia kohti (Tuominen 2015). Mikäli tuotteen havaitaan

sisältävän asbestia, se siirretään Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:lle asianmukaiseen käsittelyyn. Kriteerit täyttävä tuote taas lastataan ja dokumentoidaan. Kriteerit ovat taulukossa 7. Asiakas saa toimituksen mukana todistuksen tuotteen ominaisuuksista. Asfalttiasemilla BitumenMixillä (kuvas-  
sassa 6) voidaan korvata osa valmistukseen tarvittavasta neitseellisestä bitumista lisäämällä rouhetta tuotantoprosessiin. (Tarpaper Recycling Finland Oy 2015.)

TAULUKKO 7. Lopputuotteen laatuvaatimukset (Tarpaper Recycling Finland Oy 2015; Tuominen 2015)

Ominaisuus	Vaatus
Palakoko	0-10 mm, 10 mm 90–100 % läpäisy
Bitumipitoisuus	50–60 %
Asbestipitoisuus	0 %
Tunkeuma	Ei raja-arvoa, informatiivinen tieto
Epäpuhtaudet	alle 2 %



KUVA 6. Valmista BitumenMixiä



## 7 ASBESTIN AIHEUTTAMAT RISKIT

Työpaikan riskien arvioinnilla tarkoitetaan työssä esiintyvien vaarojen tunnistamista, niiden aiheuttamien riskien suuruuden määrittystä sekä riskien merkittävyyden arviointia. Vaaroiksi tai vaaratekijöiksi kutsutaan tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa haittaa työntekijöiden terveydelle tai turvallisuudelle ja riski taas on vaaratekijän todennäköisyyden ja seurausten merkittävyyden yhdistelmä. (Työturvallisuuskeskus 2015, 6–7.)

Normaalisti työpaikan riskien arviointi lähtee liikkeelle kokonaisvaltaisesta vaarojen tunnistamisesta, mikä tarkoittaa kaikkien työstä, työtilasta, työajoista, työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvien vaaratekijöiden tunnistamista ja kirjaamista (Työturvallisuuskeskus 2015, 23). Tässä opinnäytetyössä arviointi on kuitenkin rajattu yhteen vaaratekijään, eli asbestiin.

### 7.1 Säädökset ja raja-arvot

Kuten luvussa 3 mainittiin, kaikkien asbestilaatujen tiedetään hengitettynä aiheuttavan syöpää ja muita asbestisairauksia. Kaikkia asbestityyppejä koskevat vaaralausekkeet H350, eli ”saattaa aiheuttaa syöpää” ja H372, eli ”vahingoittaa elimiä” (Sosiaali- ja terveysministeriö 2014, 20). Asbestilaatujen vaarallisuudessa tiedetään kuitenkin olevan eroja. Krysotiilin oletetaan olevan keuhkosityövän kannalta amfiboliasbesteja vaarattomampi, sillä se säilyy lyhemmän aikaa keuhkokudoksessa. Mesoteliooman kannalta löytyy huomattavaa todistusaineistoa siitä, että amfibolit ovat krysotiilia vaarallisempia. Kokeellisten tutkimusten perusteella on myös arveltu, että pitkät ja ohuet kuidut aiheuttavat voimakkaammin keuhkosityöpää ja mesotelioomaa kuin lyhyet ja paksut kuidut. (International Agency for Research on Cancer 2012, 235–240.) Vaikka bitumikatteissa on käytetty sekä antofylliittiä että krysotiilia, tarkastellaan tässä työssä asbestia yhtenä aineena (Lallukka 2016). Tämä johtuu siitä, että kaikkia asbestityyppejä koskevat samat säädökset – krokidoliitin purkaminen ainoana poikkeuksena – ja altistumisen sitova raja-arvo on kaikille asbestityypeille 0,1 kuitua/cm<sup>3</sup> hengitysilmaa kahdeksan tunnin aikapainotettuna keskiarvona (VNa 798/2015, 3 §).

Suomen lainsäädännöstä ei löydy rajapitoisuutta asbestipitoiselle materiaalille tai jätteelle, mutta erinäisistä lähteistä löytyy mainintoja, että rakennusmateriaalia pidetään asbestipitoisena, jos siitä yli 1 % on asbestia (Ekman 2011, 33; Oksa ym. 2013, 6). Tämä käytäntö saattaa juontaa juurensa Yhdysvalloista, jossa asbestipitoiseksi materiaaliksi määritellään materiaali, joka sisältää yli yhden prosentin asbestia määritettynä polariisaatiomikroskoopilla (Code of Federal Regulations 2015, 127). Tuotteen asbestipitoisuutta ei ole hyväksyttävää alentaa sekoittamalla siihen muuta materiaalia (Ekman 2011, 33).

Huomattavaa on, että asbestin ja asbestipitoisen materiaalin valmistaminen, myyminen sekä käyttöönotto on laissa kielletty (VNp 852/1992, 3 §). Tämä tarkoittaa, että riskien arvioinnissa ei voida tarkastella ainoastaan, ylittyykö altistumisen raja-arvo kierrätystoiminnassa, vaan itse asbestin esiintyminen BitumenMixissä ei ole sallittavaa, vaikka potentiaalinen altistuminen alittaisikin raja-arvon.

## 7.2 Laadunvalvonnan nykytilanne

TRF:n ja jätettä heille toimittavien asiakkaiden välisessä sopimuksessa asiakas sitoutuu toimintamalliin jossa asiakas varmistaa TRF:lle, etteivät kierrätykseen toimitettavat bitumikatteet sisällä asbestia ja TRF antaa heille ohjeistuksen asbestiin liittyen (Tuominen 2016). TRF:llä on ollut tähän mennessä käytäntönä valvoa asiaa pyytämällä asbestitodistus asiakkaalta, mikäli se tuo bitumikatetta purkukohteesta, joka on rakennettu ennen vuotta 1985. Tämän lisäksi TRF on itse ottanut pistokokeita muutamista tulleista kuormista, sekä ottaa säännöllisesti näytteitä BitumenMixistä ennen kuin se lähetetään asiakkaalle. Näyte BitumenMixistä otetaan keskimäärin 100 tonnin välein. Näytteenottotilanteessa otetaan rouhekan eri puolilta 10 yksittäisnäytettä, joista koostetaan noin 2 dl suuruinen kokooma, joka lähetetään ulkopuoliseen kuitulaboratorioon analysoitavaksi. Vuoden 2015 loppuun mennessä analysoitavaksi oli lähetetty 10 näytettä, eikä niistä yksikään ollut sisältänyt asbestia. (Tuominen 2015.)

Suomen lainsäädännössä vastuu asbestimateriaalien asianmukaisesta purkamisesta ja niiden toimittamisesta kaatopaikalle on rakennushankkeesta vastaavalla taholla. Tämä onkin hyvä käytäntö siinä mielessä, että asbestipitoisen materiaalin tunnistaminen muun jätteen joukosta TRF:n lajittelualueella on vaikeaa. Myös edustava näytteenotto kuormasta, jossa on useita katteita useista eri kohteista voi olla hankalaa ja kallista toteuttaa. Purkuvaiheessa selvittää taas yhdellä huolellisesti otetulla näytteellä per kohde tai hiukan useammalla, jos katekerrokset halutaan näytteistää erikseen.

Jätehuoltoyritykset toimivat monesti välikätenä purkajien ja TRF:n välillä. Niiden tuomista kuormista ei pyydetä asbestitodistuksia, sillä kuormat voivat sisältää katteita useista eri kohteista. Onkin jätehuoltoyrityksen tehtävä valvoa, että heidän omat asiakkaansa eivät tuo kierrätettäväksi asbestijätettä. Huomioitavaa on, että vuonna 2016 voimaan astuneen uuden asbestilainsäädännön myötä asbestikartoitus vaaditaan aina ennen purkutyöhön ryhtymistä, joka parantaa laadunvalvontaa asbestin osalta huomattavasti verrattuna aikaisempiin vuosiin (Tuominen 2016). Nykylainsäädännön vuoksi urakoitsijat ovat tarkkoja siitä, että asbestikartoitus on tehty jo ennen tarjousvaihetta, jotta tarjouslaskenta voidaan tehdä oikein (Tuominen 2016).

### 7.3 Asbestin tunnistaminen jätteen syntypaikalla

Lainsäädännössä, TRF:n ohjeistuksessa sekä TRF:n ja bitumikatetta toimittavien asiakkaiden välisissä sopimuksissa vastuu asbestipitoisten rakennusmateriaalien tunnistamisesta on purku-urakkaan ryhtyvällä taholla. Purettavien rakenteiden asbestipitoisuus tulee aina selvittää jo tarjousvaiheessa ennen urakkaan ryhtymistä, jolloin asbestijätteet voidaan ohjata kaatopaikalle. Tässä opinnäytetyössä haastateltiin vuoden 2015 aikana TRF:n asiakkaina olleita urakoitsijoita ja jätehuoltoyrityksiä sen selvittämiseksi, kuinka asbestiselvityksistä huolehdittiin käytännössä, ja näkivätkö asiakkaat itse asbestia riskinä kierrätystoiminnalle. Seuraavassa kahdessa

alaluvussa on esitetty puolistrukturoituna tehtyjen haastattelujen olennaimimmat tulokset. Haastattelut tehtiin ennen uuden asbestilainsäädännön voimaantuloa.

### 7.3.1 Rakennus- ja purku-urakoitsijat

Opinnäytetyöhön liittyen haastateltiin 16 TRF:lle bitumikatetta toimittanutta urakoitsijaa. Urakoitsijat tekivät pääasiassa purku-urakoita ja kattojen saneerauksia.

Kaiken kaikkiaan 16 urakoitsijasta 14 selvitti purettavan bitumikatteen asbestipitoisuuden joko urakan tilaajan teettämien selvitysten tai oman näytteenoton avulla, tai sitten päätteli katon rakennusvuoden perusteella, voiko purettava bitumikate sisältää asbestia. Asbestiasioihin liittyi kuitenkin epätietoisuutta, sillä osa urakoitsijoista luuli, että asbestia on käytetty vain kiinnitysbitumeissa eikä itse katemateriaaleissa. Lisäksi vuosiluvuista ei ollut tarkkoja tietoja ja jotkin urakoitsijat olettivat asbestin käytön loppuneen bitumikatteissa jo 1960-luvulla. Haastatelluista urakoitsijoista kaksi ei tehnyt asbestin suhteen mitään toimenpiteitä. Purku-urakoitsijoiden keskuudessa oli normaali toimintatapa, että asbesti- tai haitta-ainekartoitus teetetään aina purkutyön tilaajan toimesta ennen urakkaan ryhtymistä. Kattosaneerauksiin ryhdyttäessä taas ei välttämättä ollut aina kartoitettu etukäteen, sisältävätkö uuden katon tieltä purettavat bitumikatteet asbestia, mutta kaikki urakoitsijat kahta lukuun ottamatta ottivat niissä tapauksissa itse näytteen tai ilmoittivat TRF:lle, ettei näytettä ole otettu, jolloin TRF velvoittaa näytteen ottamista mikäli purettava bitumikate on vanhempaa kuin vuodelta 1985. Monille urakoitsijoille se, että bitumikatteissa ylipäätään on käytetty asbestia, oli tullut esille vasta, kun yhteistyö aloitettiin TRF:n kanssa.

Haastatelluista urakoitsijoista kolme oli törmännyt asbestipitoiseen bitumikatteeseen silloin tällöin tai harvoin. Vastanneista kymmenen sanoi, ettei asbestipitoista bitumikatetta ole tullut vastaan ollenkaan tai ainakaan useaan vuoteen. Yleisesti urakoitsijat pitivät asbestipitoisen materiaalin päätymistä kierrätykseen epätodennäköisenä. Monet kokivat asbesti- tai PAH-

pitoisen materiaalin toimittamisen uusiokäyttöön normaalina jätteenä yrityksen oman intressin vastaisena.

### 7.3.2 Jätehuoltoyritykset

Opinnäytetyössä neljältä TRF:lle bitumikatetta tuoneelta jätehuoltoyrityltä kysyttiin heidän käytäntöjään asbestipitoisen bitumikatteen tunnistamiseen liittyen. Kaksi yhtiötä otti bitumikatteita vastaan keskitetysti ja toimitti näin kertynyttä materiaalia TRF:lle, kun taas kaksi muuta toimittivat kuormat suoraan tietyiltä purku- tai rakennustyömailta. Keskitetysti bitumikatetta keräävistä firmoista toisella oli käytäntönä pyytää asiakasta ottamaan näyte tuomastaan kuormasta, mikäli materiaali oli 1970-luvulta tai vanhempaa. Toisella bitumikatetta keskitetysti keräävällä yrityksellä, kuin myös työmailta TRF:lle bitumikatteita toimittavilla yrityksillä, ei ollut käytäntönä edellyttää asiakkailta asbestitodistusta tai ottaa itse asbestinäytteitä kuormista.

### 7.4 Asbestin esiintymisen todennäköisyys kierrätysmateriaalissa

Haastatellut urakoitsijat toimittivat aikavälillä 1/2014–11/2015 yhteensä 2840 tonnia materiaalia TRF:lle, mikä on 20 % TRF:n vastaanottaman materiaalin kokonaismäärästä kyseisellä ajanjaksolla (Tuominen 2015). Kahden asbestiselvitykset laiminlyöneen yrityksen osuus haastateltujen yritysten tuomasta materiaalista oli vain 5 %. Tällöin voidaan olettaa, että lähes kaikissa tapauksissa asbestipitoiset bitumikatteet huomattiin purkuvaiheessa.

TRF:n laadunvarmistukseen kuuluu asbestitodistuksen pyytäminen asiakkaalta, joka tuo materiaalia ennen vuotta 1985 rakennetusta kohteesta. Todistus pyydetään asiakkaalta erikseen sähköpostitse. Osa TRF:lle tulevasta materiaalista on kuitenkin jätehuoltoyrityltä, joilta ei pyydetä todistuksia. Uuden asbestiasetuksen voimaantulo on kuitenkin muuttanut tilannetta urakoitsijoiden osalta tiukemmaksi sillä seurauksella, että asbestipitoisten materiaalien poistuminen kierrosta tehostuu entisestään myös jätehuoltoyrityksien kautta kulkevassa materiaalissa (Tuominen 2016).

Haastattelujen perusteella 95 % TRF:n urakoitsijoilta vastaanottamasta materiaalista tulee sellaisilta yrityksiltä, jotka huolehtivat asbestiselvityksistä asiaankuuluvalla tavalla. Jos tämä vastaa yleisesti tilannetta alalla, niin vain häviävän pieni osa TRF:n vastaanottamasta materiaalista olisi sellaista, josta ei ole tehty asbestiselvityksiä, ja joka ei kuulu heidän oman laadunvarmistuksen piiriin. Niidenkin kuormien osalta, joista ei ole tehty asbestiselvitystä, voidaan asbestipitoisen materiaalin esiintymistodennäköisyyden arvioida olevan pieni, sillä TRF:n ja urakoitsijoiden haastattelujen perusteella valtaosa purettavista katoista on 1970- ja 1980-luvuilta. Tätä vanhempia bitumikatteita tulee TRF:lle vain satunnaisesti, mikä on perusteltavissa sillä, että bitumikerman käyttöikä on tyypillisesti noin 20 vuotta ja kattotöissä käytäntönä on saneerata maksimissaan kerran vanhan katteen päälle, eli 1960-luvulla tehdyt katteet on pääsääntöisesti saneerattu 1980-luvulla ja purettu pois jo 2000-luvun aikana (Sainio 2015).

Nykyisten asbestisäädösten mukaisesti toimittaessa asbestin esiintyminen voi olla mahdollista lähinnä yksityishenkilöiden toimittamissa kuormissa. Nämä pientuojien kuormat ohjataan kuitenkin käytännössä TRF:n toimesta polttoon, sillä niissä esiintyy yleensä runsaasti epäpuhtauksia ja palakoko on liian pieni koneellista lajittelua ajatellen. (Tuominen 2016.)

## 7.5 Altistumisen suuruus

Tähän mennessä ainoa BitumenMixin käyttöön liittyvä asbestialtistumisen mittausta on Loikalan ja Ollilan (2015) tekemä työhygieeninen selvitys, jossa mitattiin työntekijöiden altistumista mm. asbestikuiduille 2 % BitumenMixiä sisältävän asfaltin sekoitus- ja levitystyössä. Ilman asbestikuitupitoisuutta mitattiin asfalttiaseman lastauspaikalta ja perämiehen hengitysvyöhykkeeltä. Näytteet otettiin polykarbonaattisuodattimille ja analysoitiin elektronimikroskoopilla ja energiadiispersiivisellä spektrometrillä. Kummassakaan mittauspisteessä ei havaittu asbestikuituja noin kahden tunnin pituisten mittausjaksojen aikana.

Asbestipitoisen bitumikatteen käsittelyssä syntyvää altistumista ei ole Suomessa mitattu, joten altistumista pitää arvioida muiden olemassa olevien

tietojen avulla. Anttilan ym. (2009, 144) mukaan bitumikattomiesten vuotuisen asbestialtistuminen on ollut taustapitoisuuden tasolla ( $< 0,01$  kuitua/cm<sup>3</sup>) vuosina 1950–2005. Mowatin, Weidlingin ja Sheehanin (2007, 458) tutkimuksessa hiottiin ja raaputettiin asbestipitoisilla bitumiliuoksilla (asbestipitoisuus 4–16 %) päällystettyjä katteita laboratorio-olosuhteissa (36 näytettä) ja asbestialtistuminen oli 30 minuutin mittausjaksoilla 0–0,027 kuitua/cm<sup>3</sup>. Nämä tulokset vastannevat suuntaa antavasti myös asbestialtistumista bitumikatejätteen lajittelussa. Sen sijaan bitumikatteen murskauksessa syntyy pölyä ja silloin suurempikin asbestialtistuminen voisi olla mahdollista, ainakin jos asbesti olisi murskattavan materiaalin sirotteessa. Asbestipölyn laskeutumisnopeus on pieni ja se säilyy ympäristössä pitkän aikaa, jonka vuoksi altistumista voisi tapahtua myös itse murskausajankohdan ulkopuolella tilassa oleskeltaessa.

Tietoa siitä, onko murskauksessa syntyvässä pölyssä asbestia, saadaan kevään 2016 aikana, sillä TRF on teettämässä työhygieenisen selvityksen, kun tuotanto päästään taas aloittamaan (Tuominen 2015). On kuitenkin muistettava, että työhygieeninen mittaus kuvaa vain mittausajankohdan altistumista. Mahdollinen asbestipitoisen bitumikatteen murskaaminen on harvinaislaatuinen tapahtuma, jonka mahdollisuutta ei voida nykyisillä toimenpiteillä täydellisesti poistaa, sillä jätehuoltoyhtiöiden vastaanottaman materiaalin alkuperä ei voi olla varmuudella tiedossa. Tällöin asbestialtistuminen tapahtuisi vain näissä poikkeuksellisissa tilanteissa ja kumuloitunut altistuminen esimerkiksi vuoden mittaisella tarkastelujaksolla jäisi silti pieneksi. Kuten aikaisemminkin mainittiin, on vuoden 2016 asbestiasetus muuttanut tilannetta niin, että asbestin päätyminen jätehuoltoyhtiöille on kuitenkin entistä epätodennäköisempää.

## 7.6 Asbestin potentiaalinen määrä BitumenMixissä

Edellisissä luvuissa esitettyjen tietojen perusteella voidaan päätellä, että asbestin esiintymisen todennäköisyys kierrätysmateriaalissa on hyvin pieni. Esimerkin vuoksi taulukossa 8 on kuitenkin havainnollistettu, kuinka pieneksi asbestipitoisuus laimentuisi valmiissa BitumenMixissä sekä sitä 2

% sisältävässä asfalttimassassa, vaikka asbestipitoiset katteetkin olisivat mukana kierrätysmateriaalissa, eli mitään valvontatoimenpiteitä ei tehtäisi. BitumenMixin tasalaatuisuuden varmistamiseksi vastaanotettavat kuormat sekoitetaan hyvin keskenään ja jokaiseen tuotantoerään valikoidaan eri ikäluokkien bitumikatteita (Tuominen 2015). Näin ollen mahdollisen asbestinkin voitaisiin olettaa jakautuvan melko tasaisesti BitumenMixiin.

Taulukon 8 esimerkissä 1 on päällekkäisillä riveillä esitetty oletus asbestipitoisten tuotteiden osuudesta kaikista bitumikatteista sekä niiden keskimääräinen asbestipitoisuus vuosina 1970–74 sekä 1975–79. Tällöin arvio asbestin prosentuaalisesta määrästä koko 1970-luvun bitumikatteissa saadaan laskemalla  $\frac{(0,03 * 0,03 + 0,02 * 0,01) * 100}{2}$ . Kun tulos kerrotaan 1970-luvun bitumikatteen osuudella BitumenMixissä, joka on esimerkissä 20 %, saadaan tulokseksi BitumenMixin asbestipitoisuus, eli 0,01 %. Asfalttimassassa kuitenkin BitumenMixin osuus on tyypillisesti vain 2 %, jolloin siis koko asfalttimassan asbestipitoisuus on esimerkissä 0,0002 %.



TAULUKKO 8. Asbestipitoisen bitumikatteen vaikutus BitumenMixin ja asfalttimassan asbestipitoisuuteen kuvitteellisissa esimerkeissä, joissa ei tehtäisi valvontaa asbestin suhteen

	Esimerkki 1	Esimerkki 2
Asbestipitoisten tuotteiden osuus tuotannosta 1970–74	3,0 %	7,0 %
Keskimääräinen asbestituotteiden asbestipitoisuus 1970–74	3,0 %	7,0 %
Asbestipitoisten tuotteiden osuus tuotannosta 1975–79	2,0 %	7,0 %
Keskimääräinen asbestituotteiden asbestipitoisuus 1975–79	1,0 %	1,0 %
1970-luvulla valmistetun materiaalin osuus Bitumen-Mixissä	20,0 %	30,0 %
<b>Asbestipitoisuus Bitumen-Mixissä</b>	<b>0,01 %</b>	<b>0,08 %</b>
<b>Asbestipitoisuus asfalttimassassa</b>	<b>0,0002 %</b>	<b>0,002 %</b>

Kuten aikaisemmin on tässä työssä mainittu, ei Suomen lainsäädännöstä löydy pitoisuusrajaa siihen, milloin materiaalia pidetään asbestipitoisena. Tämän vuoksi asbestin löytyminen tuotteesta edes hyvin pieninä pitoisuuksina johtaa tuotantoerän hylkäämiseen ja näin ollen synnyttää lisäkustannuksia, kun tuotantoerä joudutaan ohjaamaan loppusijoitettavaksi lain edellyttämällä tavalla. Tämän vuoksi TRF:llä on nollatoleranssi asbestin suhteen (Tuominen 2015).

## 7.7 Riskin suuruuden arviointi

Kemikaaliriskin arvioinnissa käytetään usein BS 8800 -ohjeen mukaista riskitaulukkoa, jossa riski määritetään altistumisen todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden yhdistelmänä (Hämäläinen 2006, 54). Tämän opinnäytetyön kuvaamassa tilanteessa riskin suuruutta on kuitenkin vaikeaa arvioida perinteisillä menetelmillä, sillä mitattua tietoa asbestin esiintymisestä TRF:n murskaimeen syötettävässä materiaalissa ei ole. Lähtökohtana on, että asbestia ei ole hyväksyttävää esiintyä yhtään TRF:n prosessoimassa materiaalissa. Tätä ei nykyisillä käytännöillä kuitenkaan pystytä täydellisesti valvomaan, joten on syytä ottaa käyttöön uusia toimenpiteitä asbestin esiintymistodennäköisyyden selvittämiseksi ja todennäköisyyden pienentämiseksi.

## 7.8 Toimenpide-ehdotukset

### 7.8.1 Säilytettävät toimepiteet

Nykyinen käytäntö pyytää asbestitodistus asiakkaalta, mikäli materiaali on kohteesta, joka on rakennettu ennen vuotta 1985, on syytä pitää ennallaan. Vuosiluvun perusteena pidetään Anttilan ym. (2009, 142) tekemää tutkimusta sekä haastatteluista ja kirjallisuudesta saatuja tietoja, joiden mukaan asbestin käyttö huopakatoille tarkoitetuissa bitumiemulsioissa- ja liimoissa lopetettiin 1980-luvun alkupuolella. Viimeisin asbestipitoinen bitumikattotuote näyttää olleen Keracold-kattoemulsio, jonka valmistus lopetettiin 1984 (Vikström 1993, 96). Asbestitodistusta ei tarvita vanhoistakaan kohteista, mikäli tiedetään varmuudella, että vanhat katteet on uusittu vuoden 1984 jälkeen. Jos useita katekerroksia on tehty päällekkäin, tulee näytteet ottaa niistä kerroksista, jotka ovat siltä aikakaudelta, kun asbesti oli käytössä. TRF:n asiakkaina olevien jätehuoltoyhtiöiden tulisi informoida käytännöistä omia asiakkaitaan, joilta he vastaanottavat purkujätettä ja tarvittaessa pyytää asbestitodistuksia vastaanottamistaan kuormista. TRF:n tulisi myös jatkaa näytteenottoa valmiista BitumenMixistä vähintään nykyisen suuruuisella näytteenottotiheydellä.

### 7.8.2 Ehdotuksia uusiksi toimenpiteiksi

TRF:n työntekijät voivat itse ottaa asbestinäytteitä jätehuoltoyhtiöiden tuomista kuormista, mikäli niistä ei ole esitetty asbestitodistusta. Noin 2 cm \* 2 cm kokoinen näytepala tulee ottaa kuorman jokaisesta erilaisesta katemateriaalista. Näytteenottovälineet tulee puhdistaa näytteiden välissä. Näytteet pakataan minigrip-pusseihin, joihin merkitään näytteen numero, ja lähetetään kuitulaboratorioon analysoitavaksi. Kasa voidaan lajitella muun materiaalin sekaan vasta siinä vaiheessa, kun laboratoriosta on saatu näytteiden analyysien tulokset, joissa osoitetaan, ettei materiaali sisällä asbestia. Mikäli materiaali osoittautuu asbestipitoiseksi, tulee se toimittaa kaatopaikalle. Mitä kauemmin näytteenottoa jatketaan, sitä varmempaa tietoa asbestin esiintyvyydestä saadaan. Alustavasti näytteet tulisi ottaa sadasta peräkkäisestä kuormasta, jonka jälkeen näytteenoton päättämistä voidaan harkita, mikäli asbestia ei ole havaittu yhdessäkään näytteessä.

Työntekijät voivat varautua asbestialtistumisen mahdollisuuteen käyttämällä P3-luokan pölynsuodattimilla varustettuja hengityssuojaimia murskauksen yhteydessä. Pölyn syntymistä voidaan hillitä kastelemalla murskaukseen syötettävää materiaalia, mikäli se on prosessin toimivuuden kannalta mahdollista. Koneellinen pölynpoisto voi myös olla tarpeen. Ennen näiden toimenpiteiden tekemistä tulisi odottaa työhygieenisten mitausten tuloksia, jolloin saadaan tietoa pölymäärästä ja altistumisesta sekä asiantuntijoiden toimenpidesuosituksia asiaan liittyen.

## 8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa asbestin käytöstä bitumikatteissa ja arvioida, aiheutuuko siitä riskiä Tarpaper Recycling Finland Oy:n toiminnassa. Haastatteluiden ja kirjallisen tiedon perusteella suomalaiset bitumikatteiden valmistajat lopettivat asbestin käytön itse bitumikatteissa 1970-luvun aikana, mutta jatkoivat käyttöä muissa bitumituotteissa, joita on käytetty mm. bitumikattojen huollossa, vielä 1980-luvun alkupuolelle asti.

Vuoden 2016 alusta lähtien asbestilainsäädäntö uudistui. Uuden lainsäädännön myötä asbestipurkutyöluvista alettiin pitää virallista rekisteriä ja asbestipurkukoulutukseksi käy vain ammattitutkinto tai sen soveltuva osa. Aiemman lainsäädännön puitteissa asbestikartoitus oli mahdollista välttää tietyissä tilanteissa, mutta nykyisin purettavien rakenteiden asbestipitoisuus on aina selvitettävä. Tämän vuoksi asbestipitoisen materiaalin päätyminen Tarpaper Recycling Finland Oy:lle on epätodennäköistä.

Opinnäytetyössä haastateltiin urakoitsijoita ja tiedusteltiin, miten asbestipitoiset bitumikatteet on huomioitu heidän toiminnassaan. Haastattelujen perusteella asbestiselvitykset oli yleensä tehty asiaankuuluvalla tavalla jo ennen urakkaan ryhtymistä ja niissä tapauksissa joissa ei ollut, urakoitsijat ottivat yleensä ottaneet myös itse näytteitä. Asbestipitoiset bitumikatteet olivat haastattelujen mukaan kuitenkin harvinaisia. Haastattelut tehtiin ennen uuden asbestilainsäädännön voimaan astumista.

Uuden lainsäädännön, haastatteluista saatujen tietojen ja toistaiseksi tehdyn näytteenoton tulosten nojalla tehtiin toimenpide-ehdotuksia laadunvalvontaan. Asbestin päätymistä Tarpaper Recycling Finland Oy:lle ei voida pitää täysin mahdottomana, jonka vuoksi on syytä huomioida asia toiminnassa myös tulevaisuudessa. Toimenpide-ehdotuksissa päädyttiin säilyttämään vanha käytäntö, jossa asbestitodistus lähtökohtaisesti vaaditaan kaikilta asiakkailta, jotka tuovat kierrätettäväksi bitumikatetta vuotta 1985 vanhemmista kohteista ja tiedotusta asiakkaille kehoitettiin jatkamaan. Näiden

toimenpiteiden lisäksi voidaan aloittaa näytteenotto vastaanotetusta materiaalista, mikäli asbestivapautta ei ole muutoin osoitettu. Pölynhallintaan liittyen annettiin myös ehdotuksia, mutta niiden osalta nähtiin järkevänä odottaa työhygieenisen selvityksen tekoa ja asiantuntijoiden lausuntoja asiaan liittyen.

## LÄHTEET

Aluehallintovirasto. 2015. Työpaikkatiedote 1/2015 [viitattu 15.12.2015].

Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/tietoa-meista/ajankohtaista/tyopaikka-tiedotteet>.

Anttila, P., Heikkilä, P., Mäkelä, M., Schlünssen, V. & Priha, E. 2009. Retrospective Exposure Assessment for Carcinogenic Agents in Bitumen Waterproofing Industry in Finland and Denmark. The Annals of Occupational Hygiene. Volume 53, Issue 2, 139–151 [viitattu 25.12.2015]. Saatavissa: <http://annhyg.oxfordjournals.org/content/53/2/139.long>.

Asbestikomitean mietintö 1989: 66.

Asphalt Institute Inc. & European Bitumen Association. 2015. The Bitumen Industry – A Global Perspective [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: [http://www.asphaltinstitute.org/wp-content/uploads/IS230\\_3rdedition.pdf](http://www.asphaltinstitute.org/wp-content/uploads/IS230_3rdedition.pdf).

Asumisterveysopas. 2009. Vaasa: Ympäristö- ja Terveyslehti.

Code of Federal Regulations. 2015. Title 40, Part 61, Subpart M, Appendix A [viitattu 19.2.2016]. Saatavissa: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2015-title40-vol9/pdf/CFR-2015-title40-vol9-part61-subpartM-appA.pdf>.

Crane, T. 1995. Polarized Light Microscopy of Asbestos. Salt Lake City, Utah: Occupational Safety & Health Administration [viitattu 24.2.2016]. Saatavissa: <https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id191/id191.pdf>.

Ekman, A. 1988. Asbesti korjausrakentamisessa. Helsinki: Rakentajan Kustannus Oy.

Ekman, A. 2011. Toimiva asbestipurku. Työturvallisuuskeskus [viitattu 25.12.2015]. Saatavissa: [http://www.tyoturva.fi/files/2134/Toimiva\\_asbestipurku.pdf](http://www.tyoturva.fi/files/2134/Toimiva_asbestipurku.pdf).

Frank, A. & Joshi, T. 2014. The Global Spread of Asbestos. *Annals of Global Health* [viitattu 25.12.2015]. Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214999614003191>.

Forstén, L. 2016. Tutkimusjohtaja. Lemminkäinen Infra Oy. Haastattelu 17.2.2016.

Hengityслиitto. 2015a. Asbestoosi [viitattu 2.11.2015]. Saatavissa: <http://www.hengityслиitto.fi/fi/hengityssairaudet/asbestisairaudet/asbestoosi>.

Hengityслиitto. 2015b. Opas asbestialtistuneille ja sairastuneille [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: [http://www.hengityслиitto.fi/sites/default/files/opaat/opas\\_asbestialtistuneille\\_ja\\_sairastuneille.pdf](http://www.hengityслиitto.fi/sites/default/files/opaat/opas_asbestialtistuneille_ja_sairastuneille.pdf).

Hämäläinen, M. 2006. Kemikaaliturvallisuus työpaikoilla. Työturvallisuuskeskus.

Institute of Medicine. 2006. Asbestos: Selected Cancers. Washington, D.C.: The National Academies Press [viitattu 25.12.2015]. Saatavissa: [https://masto.finna.fi/Record/nelli16\\_phkk.1000000000466022](https://masto.finna.fi/Record/nelli16_phkk.1000000000466022).

International Agency for Research on Cancer. 2012. Asbestos (chrysotile, amosite, crocidolite, tremolite, actinolite and anthophyllite) [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/>.

Kattoliitto ry. 2013. Toimivat katot [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: [http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat\\_Katot\\_2013\\_reduced\\_size\\_.pdf](http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size_.pdf).

Kaunismäki, J. Entinen työntekijä, Rakennusainetehdas Kerana. Haastattelu 2.2.2016.

Kekonen, A. 2016. Entinen toimitusjohtaja (eläköitynyt). Katepal Oy. Haastattelu 28.1.2016.

Koskinen, H., Karjalainen, A., Oksa, P. & Nordman, H. 2006. Asbestisairauksien diagnostiikka ja seuranta. Helsinki: Työterveyslaitos.

Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista 684/2015. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150684>.

Lallukka, H. Erityisasiantuntija. Työterveyslaitos. Sähköpostiviesti 21.1.2016.

Lavinsky, R. 2010. Riebeckite [viitattu 7.1.2016]. Saatavissa: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Riebeckite-210685.jpg>.

Leppänen, J. 2010. Asbestin tunnistaminen keinononellä. Lappeenrannan teknillinen yliopisto [viitattu 15.12.2015]. Diplomityö. Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/62893/nbnfi-fe201005061814.pdf?sequence=3>.

Loikala, M. & Ollila, T. 2015. Työhygieeninen selvitys kierrätysmateriaalia sisältävän asfaltin sekoitus- ja levitystyössä 4.9.2015. Työterveyslaitos.

Millette, J. 2012. Asbestos Analysis Methods. Teoksessa Dodson, R & Hammar, S. (toim.) Asbestos: Risk Assessment, Epidemiology and Health Effects. Boca Raton, Florida: CRC Press. Saatavissa: [https://books.google.fi/books/about/Asbestos.html?id=v7WYtNDTU2IC&redir\\_esc=y](https://books.google.fi/books/about/Asbestos.html?id=v7WYtNDTU2IC&redir_esc=y).

Mowat, F., Weidling, R. & Sheehan, P. 2007. Simulation Tests to Assess Occupational Exposure to Airborne Asbestos from Asphalt-Based Roofing Products. The Annals of Occupational Hygiene [viitattu 12.3.2016]. Saatavissa: <http://annhyg.oxfordjournals.org/content/51/5/451.short>.

Nikkarinen, M., Aatos, S. & Teräsvuori, E. 2001. Asbestin esiintyminen ja sen vaikutus ympäristöön Tuusniemellä, Outokummussa, Kaavilla ja Heinävedellä. Espoo: Geologian tutkimuskeskus [viitattu 25.12.2015]. Saatavissa: [http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr\\_152.pdf](http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_152.pdf).

Nordic Waterproofing Oy. 2016. Katto- ja vedeneristysrakentamisen asiantuntija [viitattu 2.2.2016]. Saatavissa: <http://www.kerabit.fi/yritys/yritys>.



Oksa, P. 2013. Asbestille altistuminen ja asbestisairaudet [viitattu 8.11.2015]. Työterveyslaitos. Saatavissa: [http://www.hengitysliitto.fi/sites/default/files/liitetiedostot/oksa\\_asbestialtistuminen\\_ja\\_sairaudet\\_hengitysliitto\\_311013.pdf](http://www.hengitysliitto.fi/sites/default/files/liitetiedostot/oksa_asbestialtistuminen_ja_sairaudet_hengitysliitto_311013.pdf).

Oksa, P., Korhonen, K. & Koistinen, P. 2013. Asbesti rakennustyössä [viitattu 15.12.2015]. Työterveyslaitos. Saatavissa: [http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset\\_aineet/eristeaineet/asbestituotteet/Documents/asbesti\\_rakennustyossa.pdf](http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/eristeaineet/asbestituotteet/Documents/asbesti_rakennustyossa.pdf).

Oksa, P., Palo, L., Saalo, A., Aalto-Korte, K., Pesonen, M., Mäkinen, I. & Tuomivaara, S. 2015. Ammattitaudit ja ammattitautiepäilyt 2013 [viitattu 15.12.2015]. Helsinki: Työterveyslaitos. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/ammattitaudit/Sivut/default.aspx>.

Olander, T. 2016. Asbestin käyttö Icopal Oy:n valmistamissa tuotteissa. Tiedote.

Rakennustieto. 1993. RT 08-10521. Asbesti, asbestikartoitus ja siitä aiheutuvat toimenpiteet.

Rakennustieto. 2014a. RT 20-11160. Haitta-ainetutkimus: Rakennustuotteet ja rakenteet.

Rakennustieto. 2014b. RatuTT 9.12. Haitta-ainepitoisten rakennusjätteen jäteluokitus ja purkutapa.

Riala, R., Pirhonen, P. & Heikkilä, P. 1993. Asbesti purku- ja huoltotöissä. Helsinki: Työterveyslaitos.

Sainio, K. 2015. Projektipäällikkö, Icopal Katto Oy. Haastattelu 3.11.2015.

Santonen, T., Oksa, P., Kurppa, K., Wolff, H., Torstila, I. & Uitti, J. 2015. Syöpä ammattitautina [viitattu 16.12.2015]. Suomen Lääkärilehti 5/2015, 227–228. Saatavissa: [http://www.laakarilehti.fi/files/nostot/nosto5\\_3.pdf](http://www.laakarilehti.fi/files/nostot/nosto5_3.pdf).

SFS 3868. 1981. Ilman laatu. Työpaikkailma. Asbestikuitujen laskentaperusteet. Suomen standardoimisliitto.

Siikanen, U. 2009. Rakennusaineoppi. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2014. HTP-arvot 2014: Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet [viitattu 19.2.2016]. Saatavissa: [http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/116148/URN\\_ISBN\\_978-952-00-3479-5.pdf?sequence=1](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/116148/URN_ISBN_978-952-00-3479-5.pdf?sequence=1).

Suomen Asbestitekniikka Oy. 2015. Mitä tiedät asbestista [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: <http://suomenasbestitekniikka.fi/hyva-tietaa/>.

Tarpaper Recycling Finland Oy. 2014. Tietoa asbestista. PDF-dokumentti.

Tarpaper Recycling Finland Oy. 2015. Erilliskerätyn purkubitumin ja kattohuoparouheen, bitumenmixin, laadunvalvonta. PDF-dokumentti.

The Mesothelioma Center. 2015a. Mesothelioma & Asbestos Worldwide [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: <http://www.asbestos.com/mesothelioma/worldwide.php>.

The Mesothelioma Center. 2015b. Asbestos-Related Conditions [viitattu 2.11.2015]. Saatavissa: <http://www.asbestos.com/mesothelioma/related-diseases.php>.

Tuominen, K. 2014. Jätehuoltopäivät 4.10.2014 [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: [http://www.jatehuoltoyhdistys.fi/ladattavat\\_tiedostot/Tuominen.pdf](http://www.jatehuoltoyhdistys.fi/ladattavat_tiedostot/Tuominen.pdf).

Tuominen, K. Maajohtaja. Tarpaper Recycling Finland Oy. Haastattelu 15.12.2015.

Tuominen, K. Maajohtaja. Tarpaper Recycling Finland Oy. Sähköposti-  
viesti 8.3.2016.

Työterveyslaitos. 2013a. Kemiaalliset vaaratekijät [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/rats/eristaja/kemiaalliset/sivut/default.aspx>.

Työterveyslaitos. 2013b. Ammattisyöpätyöryhmän muistio 2013 [viitattu 25.12.2015]. Saatavissa: [http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/Documents/Ammattisyopatyoryhman\\_muistio\\_2013.pdf](http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/Documents/Ammattisyopatyoryhman_muistio_2013.pdf).

Työterveyslaitos. 2015a. Asbestin aiheuttamat keuhkopussin hyvänlaatuiset sairaudet [viitattu 2.11.2015]. Saatavissa: [http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/esimerkkeja\\_ammattitaukeista/asbestin\\_aiheuttamat\\_keuhkopussin\\_hyvanlaatuiset\\_sairaudet/Sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/esimerkkeja_ammattitaukeista/asbestin_aiheuttamat_keuhkopussin_hyvanlaatuiset_sairaudet/Sivut/default.aspx).

Työterveyslaitos. 2015b. Asbestin aiheuttama keuhkosyöpä ja mesotelioma [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: [http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/tavallisimpia\\_ammattitaukeja/asbestin\\_aiheuttama\\_keuhkosyopa\\_ja\\_mesoteliooma/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/tavallisimpia_ammattitaukeja/asbestin_aiheuttama_keuhkosyopa_ja_mesoteliooma/sivut/default.aspx).

Työterveyslaitos 2015c. Asbestimateriaalinäytteen ottaminen, pakkaaminen ja lähettäminen [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: [http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/poly-hiukkas-ja-kuituanalyysit/Documents/Asbestinaytteen\\_ottaminen\\_rakennusmateriaalista.pdf](http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/poly-hiukkas-ja-kuituanalyysit/Documents/Asbestinaytteen_ottaminen_rakennusmateriaalista.pdf).

Työterveyslaitos. 2015d. Pölynäytteen ottaminen pyyhintämenetelmällä [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: [http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/poly-hiukkas-ja-kuituanalyysit/Documents/Polynaytteen\\_ottaminen\\_pyyhintamenetelmalla.pdf](http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/poly-hiukkas-ja-kuituanalyysit/Documents/Polynaytteen_ottaminen_pyyhintamenetelmalla.pdf).

Työterveyslaitos. 2015e. Asbestikuitujen löytyminen työtiloista – toimintaohje ja terveysvaarat [viitattu 15.12.2015]. Saatavissa: [http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset\\_aineet/eristeaineet/asbestituotteet/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/eristeaineet/asbestituotteet/sivut/default.aspx).

Työterveyslaitos. 2015f. Asbestialtistumisen arviointi ammattitautiepäilyssä [viitattu 16.12.2015]. Saatavissa: <http://docplayer.fi/9265388-Asbestialtistumisen-arviointi-ammattitautiepailyssa.html>.

Työturvallisuuskeskus. 2015. Riskien arviointi työpaikalla –työkirja [viitattu 6.3.2016]. Saatavissa: [http://www.ttk.fi/files/2941/Riskien\\_arviointi\\_tyopaikalla\\_tyokirja\\_22052015\\_kerttuli.pdf](http://www.ttk.fi/files/2941/Riskien_arviointi_tyopaikalla_tyokirja_22052015_kerttuli.pdf).

Uibu, T. 2002. Retroperitoneaalifibroosin syiden selvitys – väitöskirja [viitattu 2.11.2015]. Saatavissa: <https://www.tsr.fi/tutkimustietoa/tata-on-tutkittu/hanke/?h=102206&n=kuvaus>.

U.S. Geological Survey. 2015. Images of Fibrous and Asbestiform Minerals [viitattu 30.12.2015]. Saatavissa: <http://usgs-probe.cr.usgs.gov/picts2.html>.

Valtioneuvoston päätös asbestityöstä 886/1987. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1987/19870886>.

Valtioneuvoston päätös asbestityöstä 1380/1994. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19941380>.

Vikström, K. 1993. Asbesti asuinkerrostalossa. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Virta, R. 2006. Worldwide Asbestos Supply and Consumption Trends from 1900 through 2003. Reston, Virginia: U.S. Geological Survey. Saatavissa: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/asbestos/index.html#myb>.

Virta, R. 2013. Minerals Yearbook. U.S. Geological Survey. Saatavissa: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/asbestos/index.html#myb>.

VNa 798/2015. Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150798>.

VNa 179/2012. Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120179>.

VNa 331/2013. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130331>.

VNp 852/1992. Valtioneuvoston päätös asbestin ja asbestipitoisen tuotteen valmistuksen, maahantuonnin, myymisen ja käyttöön ottamisen kieltämisestä 852/1992. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920852>.

Zimbres, E. 2006. Chrysotile [viitattu 7.1.2016]. Saatavissa: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chrysotile\\_1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chrysotile_1.jpg) .

## LIITTEET

LIITE 1. ASBESTIA SISÄLTÄVIÄ BITUMIKATTOTUOTTEITA

LIITE 2. ICOPAL OY:N LAUSUNTO ASBESTISTA

## LIITE 1. ASBESTIA SISÄLTÄVIÄ BITUMIKATTOTUOTTEITA

### Asbestia sisältävät bitumikatteet (Vikström 1993, 93–95)

Tuotenimi	Valmistaja	Asbestipitoisuus ja- tyyppi	Käyttötarkoitus	Käyttöaika
Icopal A4000	Icopal Oy	Täyteaineena noin 1 %	Vesikate	1970- luku
Icopal A4600	Icopal Oy		Vesikate	1970- luku
Isolabit- lasikuituhuopa		Lasikudos imeytetty bitumin ja asbestijauheen seoksella	Vesikate	1960- luku
Johns-Manville (asbestikattohuopa)	Insulator Oy (maahantu oja)	Asbestipitoinen kattuhuopa	Vesikate	1947-65
Katepal Evers muovi	Oy Katepal	Käytetty Paraisten Kalkin asbestia	Vesikate	1950- luku
Katepal Extra			Vesikate	
Katepal Evers N:o 1			Vesikate	
Katepal Evers N:o 2			Vesikate	
Katepal A N:o 0			Vesikate	
Katepal N:o 1			Katteen alushuopa	
Katepal N:o 2			Katteen alushuopa	
Alushuopa			Katteen alushuopa	

### Bitumikateliimat (Vikström 1993, 96–97)

Tuotenimi	Valmistaja	Asbestipitoisuus ja- tyyppi	Käyttötarkoitus	Arvioitu käyttöaika
Pikipoika- kate- ja saumaliimat	Lemminkäinen Oy	krysotiilia alle 10 %	Bitumikattohuopien ja -kattolaattojen kiinnitys	1970-1982
K-90	Katepal Oy		Bitumikattolaattojen kiinnitys	1970-1982

### Bitumimaalit (Vikström 1993, 97–98)

Tuotenimi	Valmistaja	Asbestipitoisuus ja- tyyppi	Käyttötarkoitus	Käyttöaika
Ico- bitumimaali	Icopal Oy	Täyteaineena	Katon hoito	1965-77
Katepal- kattopinnoite	Katepal Oy	Täyteaineena	Katon hoito	1970- luku
Pikipoika- bitumimaali	Lemminkäinen Oy	Täyteaineena	Katon hoito	1970-82
Pikipoika- kattopinnoite	Lemminkäinen Oy	Täyteaineena	Katon hoito	1970-82
Decoralt		Krysotiilia noin 5 %	Huopakattomaali	1970- luku
Sitko- bitumi	Suolahden Terva Oy	Sisältää asbestikuituja	Kattojen korjaus ja sively sekä huopakaton liimaus	1970- luku

Bitumikitit (Vikström 1993, 97–98)

Tuotenimi	Valmistaja	Asbestipitoisuus ja- tyyppi	Käyttötarkoitus	Käyttöaika
Pikipoika- bitumikitti	Lemminkäinen Oy	Jopa yli 20 %	Kolojen paikkaus, kittaus, putkien läpivientieristykset	-1978
Hanko- kattokitti	Oy Ha-Te-Ke Ab	Sisältää asbestikuituja	Kattojen halkeamien tiivistys	1930- luku
Hanko- kattotiivike	Oy Ha-Te-Ke Ab	Sisältää asbestia	Kattojen halkeamien tiivistys	1930- luku

Bitumiemulsiot (Vikström 1993, 95–96)

Tuotenimi	Valmistaja	Asbestipitoisuus	Käyttötarkoitus	Käyttöaika
BIL 105/85 (n:o 90)	Oy Katepal	Asbestipitoinen liuos	Katteen pintasively ja singelin kiinnitys	1960- luku
Katepal-Kilpi bitumieriste n:o 90	Oy Katepal	Asbestipitoinen liuos	Katteen pintasively ja singelin kiinnitys	1955-70
Laycold- kattoemulsio 2	OTK Kattohuopatehdas, Rakennusainetehdas Kerana	Sisältää asbestikuituja	Bitumikatteen päällystysruiskutus	1970- luku
Keracold- kattoemulsio	Rakennusainetehdas Kerana	6-20 %	Bitumikatteen pintausta	1970-1984
Kymppikate	Amspro Products Inc (maahantuojana Oy Falcken & Co Ab)	Vahvistettu pitkällä asbestikuiduilla	Kattojen suoja-aine	1960- luku



## LIITE 2. ICOPAL OY:N LAUSUNTO ASBESTISTA

Espoossa 11.1.2016

### Asbestin käyttö Icopal Oy:n valmistamissa tuotteissa

Asbestia on käytetty täyteaineena seuraavissa tuotteissa:

<u>Bitumimatot</u>	vuosina:
MJ 300/4000	1960 – 1971
ML 180/4000	1972 – 1978
ML 500/4200	1968 – 1978

<u>Kattohuovat</u>	vuosina:
A 4000	1972 – 1978
A 4600	1972 – 1978

Asbestin tyypillinen määrä on ollut 40g / kermineliometri eli noin 1% tuotteen kokonaisneliömassasta. Asbesti on tuotteessa tasaisesti jakautuneena bitumimassan joukkoon.

Vuoden 1978 jälkeen Icopal Oy:n valmistamissa ja/tai vuoden 1979 jälkeen Icopal Oy:n myymissä kermeissä tai kattolaatoissa ei valmistukseen ole käytetty asbestia.

Icopal Oy  
Kateainetehdas



Tero Olander  
tehtaanjohtaja